

## Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Benda Kerja Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Gerinda Silinderis Baja Aisi 4140 Menggunakan Media Pendingin (*Coolant* Campuran Minyak Sawit Dan *Calcium Hypochlorite*)

Dodi Sofyan Arief<sup>1,a\*</sup>, Fahrizal<sup>2,b</sup>, Yohanes<sup>3,c</sup>, Muftil badri<sup>4,d</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Indonesia

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

<sup>a</sup>dodidarul@yahoo.com, <sup>b</sup>afahri11\_06@yahoo.com, <sup>c</sup>yohanes\_tmesin@yahoo.com,  
<sup>d</sup>muftilbadri@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh kombinasi parameter kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan proses gerinda silinderis dengan menggunakan *coolant* campuran minyak sawit dan *Calcium Hypochlorite* pada Baja AISI 4140 dan untuk mengetahui kombinasi parameter terbaik antara dua parameter tersebut dengan *coolant* campuran. Percobaan dalam bentuk faktorial 3 x 3 menggunakan analisis ANOVA dua arah. Faktor pertama adalah kecepatan putaran benda kerja yang terdiri dari 3 taraf (83 rpm, 194 rpm, 304 rpm) dan faktor kedua kedalaman pemakanan terdiri dari 3 taraf (0,005 mm, 0,010 mm, 0,015 mm), masing-masing kombinasi dilakukan tiga kali pengukuran kekasaran permukaan. Pengaruh setiap kombinasi perlakuan diketahui melalui uji ANOVA Dua Arah. Parameter yang diamati adalah nilai kekasaran permukaan terhadap kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan yang dipengaruhi *coolant* campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kombinasi kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan dengan *coolant* campuran sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan Baja AISI 4140 dengan signifikansi adalah 0,000 ( $F_{tabel} = 29,928$ ). Parameter yang berpengaruh paling signifikan adalah kecepatan putaran benda kerja dengan signifikansi 0,000 ( $F_{tabel} = 52,343$ ) sedangkan kedalaman pemakanan dengan signifikansi 0,000 ( $F_{tabel} = 41,646$ ). Nilai kekasaran rata-rata tertinggi terdapat pada kombinasi kedalaman pemakanan dengan kecepatan 83 rpm yaitu 1,7  $\mu\text{m}$ . Rata-rata terendah terdapat pada kombinasi kedalaman pemakanan dengan kecepatan 304 rpm yaitu 1,03  $\mu\text{m}$ . Parameter terbaik pada penelitian ini adalah kecepatan putaran benda kerja 304 rpm dan kedalaman pemakanan 0,015 mm dengan nilai kekasaran rata-rata 0,84  $\mu\text{m}$ . *Coolant* campuran minyak sawit dan *Calcium Hypochlorite* pada penelitian ini mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang terbaik pada kecepatan tinggi yaitu 304 rpm.

**Kata kunci** : Gerinda Silinderis, Kecepatan Putar Benda Kerja, Kedalaman Pemakanan, Kekasaran Permukaan, *Coolant* Campuran, Minyak Sawit, *Calcium Hypochlorite*.

### Pendahuluan

Salah satu kualitas dari produk hasil pemesinan adalah tingkat kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Kekasaran permukaan merupakan salah satu sifat yang penting dari permukaan suatu benda karena pada elemen mesin yang bergerak, kualitas permukaan berpengaruh pada gesekan dan keausan. Kekasaran permukaan suatu produk mekanik dapat dihasilkan melalui sejumlah proses

manufaktur, salah satunya adalah melalui proses gerinda [1], dimana kualitas permukaan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kecepatan pemakanan, kekerasan benda kerja, dan grit batu gerinda. Proses penggerindaan (*grinding*) merupakan proses pemesinan lanjut untuk mendapatkan tingkat kekasaran permukaan tertentu yang dapat dicapai pada proses pengerjaan akhir (*finishing*). Pekerjaan gerinda ini juga dapat dilakukan untuk menghaluskan benda kerja yang telah dikeraskan (*heat-treated*).

Menurut penelitian Sridhar et.al. (2014) melakukan penelitian untuk meng-optimasi parameter kecepatan putar benda kerja, kedalaman pemakanan pada mesin gerinda silinderis dan jumlah geram yang terbuang pada material Baja OHNS AISI 0-1. Penelitiannya bertujuan untuk men-dapatkan proses penggerindaan yang dapat dimanfaatkan untuk memprediksi kinerja penggerindaan dan mencapai parameter yang optimal pada proses penggerindaan dari berbagai bahan material. Jumlah geram yang terbuang dari kecepatan penghasil beram adalah parameter yang dominan dari tiga parameter yang diteliti. Parameter yang optimal untuk OHNS adalah putaran batu gerinda 150 rpm, kedalaman pemakanan 0.02 mm dan jumlah geram yang terbuang di skala 1 dari 3. [3]

Hasil kekasaran permukaan ber-gantung kepada parameter-parameter pemotongan, salah satunya yaitu media pendingin. Salah satu pengaruh yang muncul akibat perubahan parameter adalah nilai kekasaran permukaan benda kerja. Media pendingin (*coolant*) adalah cairan yang digunakan dalam proses produksi yang fungsinya untuk pendinginan panas yang tinggi akibat gesekan dua benda. Media pendingin (*coolant*) mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, media pendingin juga berfungsi sebagai pembersih /pembawa beram (terutama dalam proses gerinda) serta melindungi benda kerja dan tool dari korosi. Efektifitas dari cairan ini hanya dapat diketahui dengan melakukan percobaan pemesinan [2].

Menurut penelitian Buma (2014), berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, campuran minyak sawit dan *calcium hypochlorite* dengan persentase 5% memiliki kriteria yang baik untuk dijadikan sebuah produk *coolant*, hal ini dapat direkomendasikan sesuai dengan analisis dan data referensi sebuah *coolant* yang telah memperoleh hak paten yaitu dari produk “Z” dengan merk X. Sifat fisik pada campuran 5% sangat mendekati bahkan dapat melebihi sifat fisik

dari *coolant* X, data tersebut dapat dijelaskan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi *Coolant* X [4]

Viscosity (cSt)		Density	Flash/Fire Point	Pour Point
40°C	100°C	(g/ml)	(°C)	(°C)
66,4-85	16	0,955	>154	-

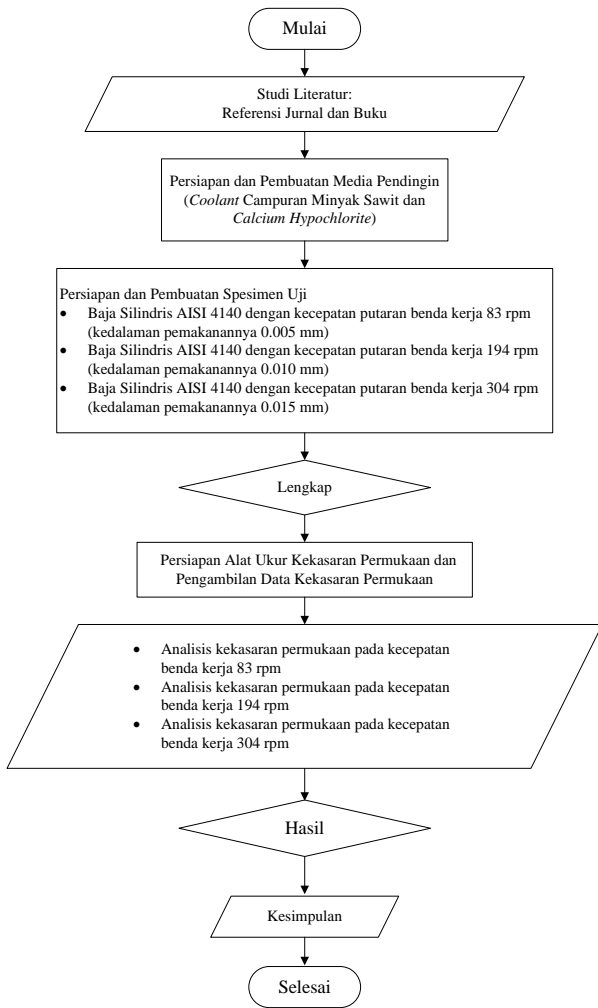
Tabel 2. Spesifikasi *Coolant* Campuran [4]

Komposisi	Viscosity (cSt)		Density	Flash/Fire Point	Pour Point
	40°C	100°C	(g/ml)	(°C)	(°C)
5% Hypo	53,264	8,726	0,902	260	-2,11
10% Hypo	63,737	11,426	0,901	240	-1,4
15% Hypo	75,098	12,878	0,898	>300	-0,2

Berdasarkan latar belakang yang sudah dibahas, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut: Berapa besar pengaruh variasi kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan gerinda pada pengaruh penggunaan *coolant* campuran pada mesin gerinda terhadap kekasaran permukaan benda kerja hasil gerinda silinderis pada bahan AISI 4140 ?. Berdasarkan rumusan masalah, tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar nilai kekasaran permukaan antara variasi kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan mesin gerinda pada pengaruh penggunaan media pendingin (*coolant* campuran) terhadap kekasaran permukaan benda kerja.

### Metodologi

Prosedur penelitian ini diringkas dan diskemakan pada diagram alir seperti ditunjukkan Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1) Variabel Bebas

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah:

- Variasi kecepatan putaran benda kerja sesuai material yang digerinda yaitu Baja AISI 4140 adalah 83 rpm, 194 rpm dan 304 rpm
- Variasi kedalaman pemakanan proses gerinda silindris adalah 0,005, 0,010 dan 0,015 mm

#### 2) Variabel Terikat

Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah kekasaran permukaan pada proses penggerindaan silindris dengan bahan baja AISI 4140

### 3) Variabel Kontrol

Dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah:

- pengambilan data difokuskan pada proses *finishing* penggerindaan silindris.
- Kecepatan putaran mesin gerinda silindris 1430 rpm
- Jenis Batu Gerinda yang digunakan adalah A 46 Q V
- Kecepatan pemakanan (*feeding*) yang digunakan adalah 0,35 m/s
- Proses penggerindaan dengan media pendingin berupa *coolant* campuran minyak sawit RBDO dan *calcium hypochlorite*. *Coolant* campuran yang didapatkan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Buma pada tahun 2014

### Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1) Alat :

- Mesin gerinda silindris Jack-Mill JMC 600 AGC
- Alat ukur kekasaran permukaan Mitutoyo SJ 301
- Motor Pengaduk dan *Stirrer*
- Penimbangan Digital dan Piknometer

#### 2) Bahan

- Baja AISI 4140.
- *Coolant* campuran

### Metode Pengolahan Data

Penelitian ini menggunakan metode 3 x 3 sehingga diperlukan 9 kondisi eksperimen atau 9 kombinasi perlakuan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini terdapat dua variabel bebas ini disebut faktor. Faktor A mempunyai tiga taraf yaitu kecepatan putar benda kerja mesin gerinda untuk n=83 rpm; n=194 rpm dan n=304 rpm, sedangkan faktor B mempunyai tiga taraf yaitu kedalaman pemakanan yaitu 0,005mm, 0,010mm dan 0,015mm. Pada masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan sehingga tiap perlakuan diperoleh 3 data. Karena pada tiap perlakuan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali, maka pada faktorial 3x3 ini akan diperoleh data sebanyak 27 data.

Kombinasi perlakuan dilakukan dengan mengkombinasikan masing-masing taraf pada faktor A dengan taraf pada faktor B. faktor A (kecepatan putar benda kerja) dan faktor B (kedalaman pemakanan). Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan metode ANOVA Dua Arah untuk menentukan pengaruh variabel terhadap hasil kekasaran permukaan menggunakan software SPSS.

### Hasil

Dari proses penggerindaan silinderis dengan menggunakan *coolant* campuran, maka didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan tiap benda uji Baja AISI 4140 hasil gerinda silinderis:

Tabel 3. Data rata-rata nilai pengukuran kekasaran permukaan Baja AISI 4140 hasil penggerindaan silinderis

Faktor A Variasi Kecepatan Putar Benda Kerja	Faktor B Variasi Kedalaman Pemakanan		
	0,005 mm	0,010 mm	0,015 mm
83 rpm	2,43 $\mu$ m	1,12 $\mu$ m	1,56 $\mu$ m
194 rpm	1,95 $\mu$ m	1,45 $\mu$ m	1,61 $\mu$ m
304 rpm	1,16 $\mu$ m	1,10 $\mu$ m	0,84 $\mu$ m

Dari tabel data rata-rata hasil pengujian kekasaran permukaan benda kerja hasil penggerindaan silinderis pada baja AISI 4140 diatas, dapat diamati bahwa semakin besar tingkatan kecepatan putar benda kerja dan kedalaman pemakanan, maka nilai kekasaran permukaannya semakin kecil yaitu pada variasi kecepatan putar benda kerja dengan kecepatan 304 rpm dengan kedalaman pemakanan 0,015 mm yaitu senilai 0,84  $\mu$ m. Semakin rendah tingkatan kecepatan putar benda kerja dan kedalaman pemakanan, maka nilai kekasaran permukaannya semakin besar yaitu pada variasi kecepatan putar benda kerja dengan kecepatan 83 rpm dengan kedalaman pemakanan 0,005 mm yaitu senilai 2,43  $\mu$ m.

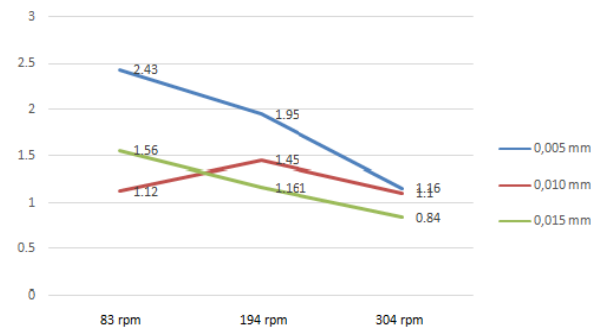
Dari tabel 3, data rata-rata hasil pengujian kekasaran permukaan benda kerja hasil penggerindaan silinderis pada baja AISI 4140 diatas, dapat ditentukan toleransi nilai kekasaran rata-rata/Ra dan tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya berdasarkan kepada Tabel Klasifikasi Taufiq Rochim, 2001 pada tabel 4.

Tabel 4. Toleransi nilai kekasaran rata-rata/Ra

Kelas Kekasaran	Harga Ra ( $\mu$ m)	Toleransi ( $\mu$ m) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	0,025	0,02 - 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 - 0,08	
N3	0,1	0,08 - 0,15	0,25
N4	0,2	0,15 - 0,3	
N5	0,4	0,3 - 0,6	
N6	0,8	0,6 - 1,2	0,8
N7	1,6	1,2 - 2,4	
N8	3,2	2,4 - 4,8	
N9	6,3	4,8 - 9,6	2,5
N10	12,5	9,6 - 18,75	
N11	25	18,5 - 37,5	8
N12	50	37,5 - 75,0	

### Pembahasan

Grafik rata-rata nilai kekasaran permukaan benda kerja hasil penggerindaan silinderis pada Baja AISI 4140 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai Rata-Rata Kekasaran Permukaan Benda Kerja

Dari grafik nilai rata-rata kekasaran permukaan Baja AISI 4140 kemudian dimasukkan kedalam kelas kekasaran berdasarkan tabel 4 seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kelas kekasaran Baja AISI 4140 hasil penggerindaan silinderis

Faktor A Variasi Kecepatan Putar Benda Kerja	Faktor B Variasi Kedalaman Pemakanan		
	0,005 mm	0,010 mm	0,015 mm
83 rpm	N8	N6	N7
194 rpm	N7	N7	N7
304 rpm	N6	N6	N6

Dari tabel 5 didapat nilai kekasaran hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 masuk ke dalam proses pengerjaan *Finishing*, selang (N) N4 – N8, harga Ra 0,1 – 3,2.

Dimana nilai kekasaran hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 masuk ke dalam kelas kekasaran N6 dan N7. Nilai rata-rata kekasaran permukaan Baja AISI 4140 menggunakan *Coolant* campuran sehingga mendapatkan Nilai Ra terendah adalah  $0,84\mu\text{m}$  dan tertinggi adalah  $2,43\mu\text{m}$  yang masuk dalam wilayah toleransi N6 dan N7.

Secara keseluruhan grafik pada Gambar 2 menunjukkan semakin meningkat kecepatan putar benda kerja dan semakin dalam pemakanan gerinda silinderis maka nilai kekasaran permukaan Baja AISI 4140 hasil penggerindaan silinderis tersebut mengalami penurunan nilai kekasaran.

Sedangkan hasil uji ANOVA Dua Arah yang akan ditampilkan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil SPSS uji ANOVA Dua Arah  
Tests of Between-Subjects Effects  
Dependent Variable: Nilai Kekasaran Permukaan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,762 <sup>a</sup>	8	,720	29,928	,000
Intercept	58,109	1	58,109	2414,515	,000
Variasi_Kecepatan_Putar_Benda_Kerja	2,519	2	1,260	52,343	,000
Kedalaman_Pemakanan	2,005	2	1,002	41,646	,000
Variasi_Kecepatan_Putar_Benda_Kerja *	1,238	4	,310	12,862	,000
Kedalaman_Pemakanan					
Error	,433	18	,024		
Total	64,305	27			
Corrected Total	6,195	26			

a. R Squared = ,930 (Adjusted R Squared = ,899)

Hasil uji ANOVA menunjukkan terdapat pengaruh langsung kecepatan putar benda kerja terhadap kekasaran permukaan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F sebesar 52.343 dan signifikan pada = 0.000. Sementara variabel kedalaman pemakanan ternyata memiliki pengaruh terhadap nilai kekasaran. Hasil uji menunjukkan nilai F sebesar 0.000 pada sig. 41,646 (sig < 0.05).

Dari dua variabel tersebut terlihat bahwa variabel kecepatan putar benda kerja sedikit lebih berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan dibanding kedalaman pemakanan.

## Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- Dari semua nilai kekasaran hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 yang di dapatkan maka termasuk ke dalam proses pengerjaan *Finishing*, yaitu selang (N) N4 – N8, harga Ra 0,1 – 3,2. Dimana nilai kekasaran hasil penggerindaan silinderis Baja AISI 4140 masuk ke dalam kelas kekasaran N6 dan N7. Nilai rata-rata kekasaran permukaan Baja AISI 4140 terendah adalah  $0,84\mu\text{m}$  dan tertinggi adalah  $2,43\mu\text{m}$  yang masuk dalam wilayah toleransi N6 dan N7.
- Semakin tinggi kecepatan putaran benda kerja dan semakin besar kedalaman pemakanan maka didapat nilai rata-rata kekasaran permukaan kecil pada variasi kecepatan putar benda kerja dengan kecepatan 304 rpm dengan kedalaman pemakanan 0,015 mm yaitu senilai  $0,84\mu\text{m}$ .
- Semakin rendah kecepatan putaran benda kerja dan semakin kecil kedalaman pemakanan maka di dapatkan nilai rata-rata kekasaran permukaan besar pada variasi kecepatan putar benda kerja dengan kecepatan 83 rpm dengan kedalaman pemakanan 0,005 mm yaitu senilai  $2,43\mu\text{m}$ .
- Kombinasi kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan dengan *coolant* campuran sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan Baja AISI 4140 dengan signifikansi adalah 0,000 ( $F_{\text{tabel}} = 29,928$ ). Parameter yang berpengaruh paling signifikan adalah kecepatan putaran benda kerja dengan signifikansi 0,000 ( $F_{\text{tabel}} = 52,343$ ) sedangkan kedalaman pemakanan dengan signifikansi 0,000 ( $F_{\text{tabel}} = 41,646$ )
- *Coolant* campuran minyak sawit dan *Calcium Hypochlorite* pada penelitian ini mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang terbaik pada kecepatan tinggi yaitu 304 rpm.
- Dari data nilai rata-rata kekasaran permukaan yang didapat maka *coolant* campuran cocok digunakan untuk proses *finishing*.

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- Untuk memperoleh hasil penelitian nilai kekasaran permukaan yang lebih baik dimana kecepatan putaran benda kerja dan kedalaman pemakanan mesin gerinda silindris yang telah ditentukan diperlukan kemampuan peneliti dalam menggunakan mesin gerinda silindris.
- Diperlukan kajian jurnal penelitian yang lebih dalam lagi untuk menentukan parameter-parameter penggerindaan yang tepat untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang ideal.
- Pada penelitian selanjutnya rentang waktu dari pembuatan *coolant* campuran minyak sawit RBDO dan *calcium hypochlorite* ke proses penggerindaan silindris sebaiknya 15 hari agar kaporit mengendap maksimal.
- Untuk mendapatkan konsentrasi yang lebih baik untuk dijadikan *coolant*, perlu dilakukan variasi komposisi campuran minyak sawit dengan zat aditif jenis lain.

### Referensi

- [1] Rochim, Taufiq. 2001, *Spesifikasi, Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*. Bandung. ITB.
- [2] Widarto, 2008. *Teknik Pemesinan Jilid 2 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.
- [3] Sridhar, M Melwin Jagadesh, M Manickam, dan V Kalaiyarasan: 2014. Optimization of Cylindrical Grinding Process Parameters of OHNS Steel (AISI 1-0) Rounds Using Design of Experiments Concept. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*.
- [4] Gempa, Buma. 2014. *Studi Komparasi Penggunaan Minyak Sawit dan Straight Oil/Synthetic Oil Sebagai Coolant pada Mesin Bubut*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Riau, Pekanbaru.