

# STUDI POTENSI PASIR SUNGAI DI PROVINSI RIAU SEBAGAI PASIR CETAK PADA PENGECORAN LOGAM

Pernando Sihite, Dedy Masnur, Muftil Badri, & Putri Nawangsari

Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau, Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

e-mail : [dedymasnur@yahoo.com](mailto:dedymasnur@yahoo.com)

## ABSTRAK

Provinsi Riau memiliki potensi pasir sungai yang sangat melimpah karena dilalui 15 sungai diantaranya 4 sungai yang besar. Pemanfaatannya belum optimal karena digunakan untuk bahan bangunan saja, akan tetapi pasir sungai dapat dimanfaatkan sebagai pasir cetak pada pengecoran logam. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi pasir sungai di provinsi Riau yang dapat dimanfaatkan sebagai pasir cetak serta *treatment* untuk meningkatkan kualitas pasir sungai. Analisis potensi pasir sungai dilakukan dengan mengambil data karakterisasi masing-masing sampel pasir sungai. Karakterisasi pasir sungai diperoleh dengan melakukan pengujian yaitu pengujian kadar lempung, distribusi pasir, kadar air, dan permeabilitas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sampel pasir sungai berpotensi sebagai pasir cetak akan tetapi harus mengalami *treatment*. Pasir sungai yang paling berpotensi sebagai pasir cetak yaitu pasir sungai Kampar bagian hilir memenuhi kriteria kadar air (5,60%) dan permeabilitas (9,5895 cm/menit), pasir sungai Inderagiri bagian hulu dengan kadar air (6,00%) dan permeabilitas (9,9566 cm/menit) dan pasir sungai Inderagiri bagian hilir dengan kadar air (2,19%) dan permeabilitas (12,3741 cm/menit) sedangkan pasir sungai Rokan bagian hulu, Rokan bagian hilir dan Kampar bagian hulu hanya memenuhi kriteria permeabilitas (10,9564 cm/menit - 12,6524 cm/menit). *Treatment* yang harus dilakukan untuk sungai Rokan bagian hulu, Rokan bagian hilir dan Kampar bagian hulu yaitu penambahan lempung, air dan penghalusan butir sedangkan pasir sungai lainnya yaitu penambahan lempung, dan penghalusan butir.

Kata kunci: *pasir sungai, karakterisasi, pasir cetak, treatment*

## ABSTRACT

Riau Province has abundant of river sand because it is passed by four large rivers. Although utilizations are still limited only for buildings, it has potential for sand mould in metal casting. The aim of this research is to determine the potency of samples of river sand which have been collected on two locations (upstream and downstream) in each three large rivers (Rokan, Kampar and Inderagiri). Samples of river sand characters were obtained by conducting several tests namely clay content test, grain size distribution test, water content, and permeability test. The result shows all samples are potential although its have to pass several treatments. The potential river sand as the molding sand are downstream Kampar river sand with water content 5.60% and permeability 9.5895 cm/min, the upstream Inderagiri river sand with water content 6.00% and permeability 9.9566 cm/min and downstream Inderagiri river sand with water content 2.19% and permeability 12.3741 cm/min. While the less potential are upstream and downstream Rokan river sand and Kampar samples. Therefore, addition of clay, water, grain refinement, and grain refinement are several treatments to upgrade the characters of river sand sample on upstream Rokan, downstream Rokan and upstream Kampar.

Key words: *river sand, characterizing, sand mould, treatment*

## PENDAHULUAN

Provinsi Riau memiliki luas area sebesar 8.867.267 ha yang dilalui 15 sungai berdasarkan data dari Kanwil Badan Pertanahan Nasional Provinsi Riau, di antaranya ada empat sungai yang mempunyai arti penting sebagai prasarana perhubungan seperti sungai Siak (300 km) dengan kedalaman 8 - 12 m,

sungai Rokan (400 km) dengan kedalaman 6 - 8 m, sungai Kampar (400 km) dengan kedalaman lebih kurang 6 m dan sungai Inderagiri (500 km) dengan kedalaman 6-8 m (Abdullah, 2012). Informasi Kadis Pertambangan Inhu, di Rengat, Rabu 27 Maret 2013, menyebutkan tahun 2012, pemasukan dari bahan galian golongan C sebesar Rp 900 jutaan dan pada tahun 2013 diperkirakan mengalami peningkatan signifikan melalui kegiatan

intensifikasi pemungutan retribusi (American Foundry Society, 2001). Pemanfaatan pasir sungai di provinsi Riau saat ini lebih banyak digunakan untuk bahan bangunan (BPS Riau, 2014), hal ini sangat merugikan karena pasir sungai itu pemanfaatannya tidak hanya untuk bahan bangunan tetapi ada kegunaan lain seperti sebagai pasir cetak, bahan baku industri semen dan industri kaca (Dintamben Riau 2013). Pengecoran logam merupakan proses pertama dalam proses pembentukan logam. Proses pengecoran terdiri dari beberapa jenis salah satunya yang sering digunakan masyarakat sebagai Usaha Kecil Menengah (UKM) yaitu *Sand Casting* (pengecoran dengan cetakan pasir). *Sand Casting* membutuhkan pasir sebagai media cetak dan kualitas pasir tersebut memegang peranan penting dalam menentukan kualitas produknya. Pasir cetak yang lazim digunakan berasal dari pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika (Anonim, 2012). Kriteria pasir cetak pada pengecoran logam *Sand Casting* yaitu persentase kadar lempung 10% - 20 (Anonim, 2013), GFN 40 - 220 (Prayogo & Budiman, 2009), kadar air antara 2% - 12 % (Anonim, 2013), permeabilitas 0,493 - 14,802 cm/menit (Shehu & Bahatti, 2012) dan kekuatan tekan pada cetakan basah yaitu 0 kgf/cm<sup>2</sup> - 1,0 kgf/cm<sup>2</sup> sedangkan kekuatan tekan pada cetakan kering 0 kgf/cm<sup>2</sup> - 10 kgf/cm<sup>2</sup> (Anonim, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pasir sungai di Provinsi Riau yang dapat digunakan sebagai pasir cetak dan mengetahui *treatment* (perlakuan) yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pasir sungai tersebut sehingga dapat dijadikan sebagai pasir cetak pada proses pengecoran logam.

## BAHAN DAN METODE

Prosedur yang dilaksanakan dalam penelitian ini mengikuti diagram alir pada Gambar 1.

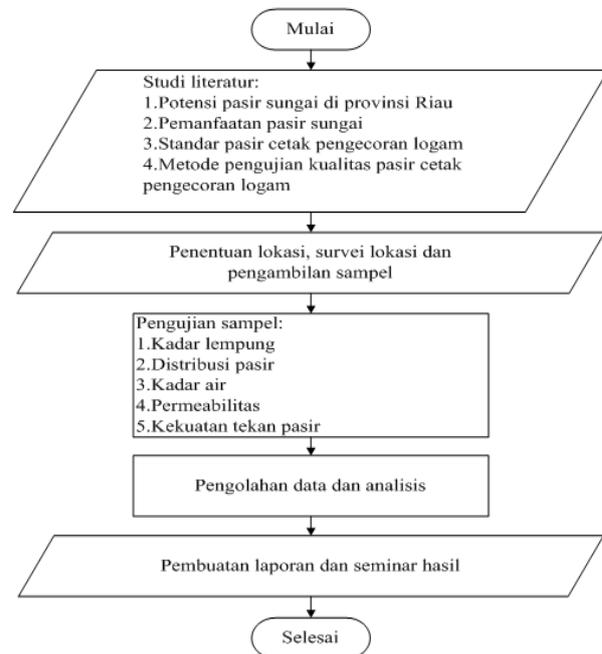
### Penentuan Lokasi

Kegiatan yang dilakukan dalam penentuan lokasi yaitu dengan menggunakan data-data perusahaan yang melakukan eksplorasi pasir sungai di sungai Rokan, sungai Kampar dan sungai Inderagiri berdasarkan data Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Riau

### Survei Lokasi

Kegiatan dalam survei lokasi mengikuti metode (Stefanescu, 1988) yaitu meliputi penentuan titik pengamatan, pengambilan gambar, dan pengambilan koordinat lokasi pengamatan serta

orientasi medan sekitar untuk membantu penentuan lokasi pengamatan yang tepat, selanjutnya lokasi pengamatan diplot pada peta dasar/peta topografi.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### Pengambilan Sampel

Sampel pasir sungai diambil sesuai dengan kebutuhan untuk pengujian laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian hulu dan bagian hilir masing-masing sungai dengan menggunakan sekop pasir.

### Pengujian Sampel

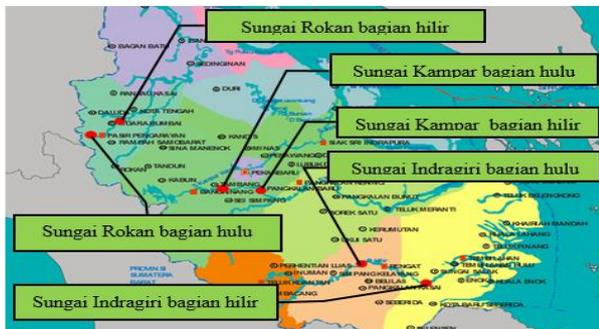
Pengujian pasir sungai yang dilakukan adalah pengujian kadar lempung (standar AFS 2110-00-S), distribusi pasir (standar AFS 1106-00-S), kadar air (standar AFS 2219-00-S), permeabilitas (standar ASTM D-2434-68), dan kekuatan tekan pasir (standar AFS 5202-00-S).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Survei Lokasi

Enam lokasi pengambilan sampel pasir sungai yaitu pada sungai Rokan bagian hulu berada pada desa Janji Raja kecamatan Rambah Hilir (GL 0,8637 °U, GB 100,2437 °T), sungai Rokan bagian hilir berada pada desa Tanjung Belit kecamatan Bangun Purba (GL 0,8637 °U, GB 100,2564 °T), sungai Kampar bagian hulu berada pada desa Danau Bingkuang Kampung Terendam kecamatan Kampar (GL 0,3542 °U, GB 101,2138 °T), sungai Kampar bagian hilir berada pada desa Teratak Buluh kecamatan Siak Hulu, sungai Inderagiri

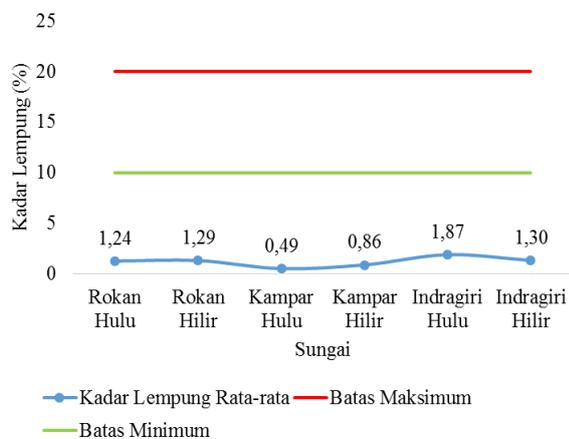
bagian hulu berada pada desa Tambak kecamatan Tambak (GL 0,3915 °U, GB 102,5844 °T) dan sungai Inderagiri bagian hilir berada pada desa Pekantua kecamatan Kempai (GL 0,4964 °U, GB 102,8031 °T). Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel

### Pengujian Kadar Lempung

Pengujian kadar lempung dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika, FMIPA, Universitas Riau dari tanggal 10 - 3 Desember 2013. Hasilnya diplot dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 3.



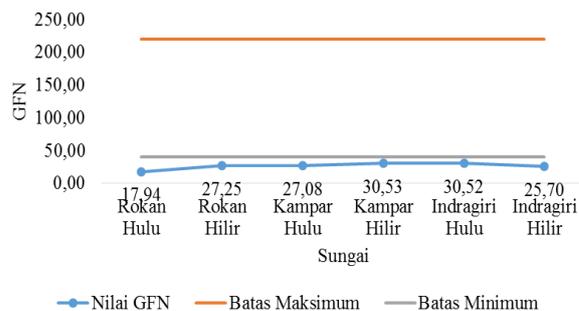
Gambar 3. Persentase Kadar Lempung Rata-Rata

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai persentase kadar lempung rata-rata seluruh sampel pasir sungai berada jauh di bawah batas minimum kadar lempung untuk pasir cetak pengecoran logam, akan tetapi seluruh sampel pasir sungai dapat ditingkatkan nilai kadar lempung rata-rata sehingga memenuhi kriteria kadar lempung pasir cetak dengan perlakuan khusus. Perlakuan khusus yang perlu dilakukan adalah penambahan lempung dengan cara mencampur lempung pada masing-masing sampel pasir

sungai sehingga dapat digunakan sebagai pasir cetak. Data rata-rata kadar lempung masing-masing sampel pasir sungai yang paling tinggi terdapat pada sungai Inderagiri bagian hulu (1,87%), Inderagiri bagian hilir (1,30%), Rokan bagian hilir (1,29%), Rokan bagian hulu (1,24%), Kampar bagian hilir (0,86%), dan Kampar bagian hulu (0,49%).

### Pengujian Distribusi Pasir

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau pada tanggal 22 - 24 Januari 2013. Ada dua jenis data hasil pengujian yaitu data persentase berat tiap ayakan dan data tersebut diplot dalam grafik nomor kehalusan butir (GFN). Data nomor kehalusan butir sampel pasir sungai ditunjukkan pada Gambar 4.



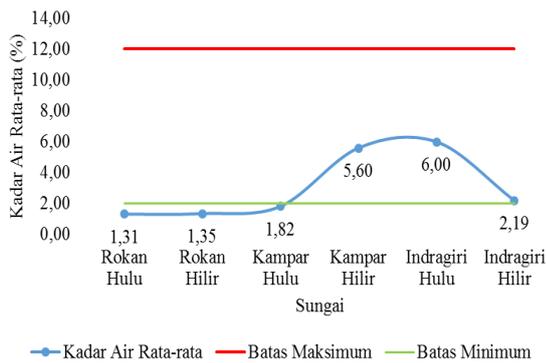
Gambar 4. Nilai GFN masing-masing sungai

Gambar 4 menunjukkan bahwa seluruh sampel pasir sungai tidak memenuhi kriteria GFN pasir cetak pengecoran logam (40 - 220). Semakin kecil GFN pasir sungai, maka pasir sungai tersebut mempunyai ukuran butir yang semakin kasar dan demikian juga dengan sebaliknya (Tanikawa & Shimamoto 2006) pasir sungai yang paling halus adalah pasir sungai Kampar bagian hilir (30,53) dan pasir sungai Inderagiri bagian hulu (30,52) kemudian sungai Rokan bagian hilir (27,25), Kampar bagian hulu (27,08), Inderagiri bagian hilir (25,70) dan Rokan bagian hulu (17,94). Seluruh sampel dapat digunakan sebagai pasir cetak pada pengecoran logam dengan menggunakan perlakuan khusus yaitu penghalusan pasir dengan menggunakan mesin penghalus pasir.

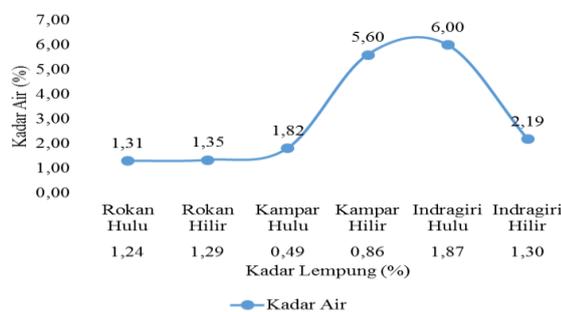
### Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika, FMIPA, Universitas Riau dari tanggal 11 - 22 November 2013 dan data persentase kadar air digambarkan dalam bentuk

data rata-rata untuk masing-masing sampel (gambar 5).



**Gambar 5. Persentase kadar air rata-rata**

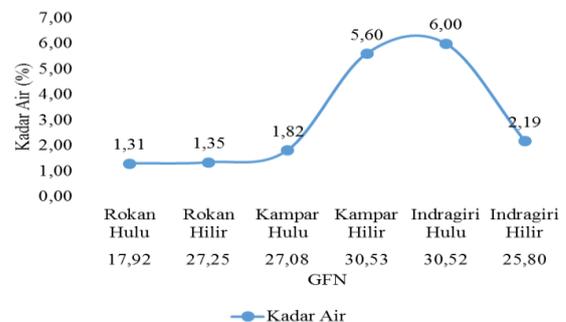


**Gambar 6. Pengaruh kadar lempung terhadap kadar air pasir sungai**

Umumnya nilai persentase kadar air rata-rata untuk sungai Kampar bagian hilir, Inderagiri bagian hulu dan hilir memenuhi kriteria pasir cetak pada pengecoran logam *Sand Casting* (2% - 12%) sedangkan sungai Rokan bagian hulu, Rokan bagian hilir, dan Kampar bagian hulu tidak memenuhi kriteria karena berada di bawah batas minimum kadar air (Gambar 5). Nilai kadar air dapat ditingkatkan mencampur air pada pasir sungai. Nilai kadar air pada sungai Rokan dan sungai Kampar memiliki pola yang sama yaitu nilai kadar air lebih tinggi pada bagian hilir bila dibandingkan dengan bagian hulu dimana pada sungai Rokan bagian hilir (1,35%) bagian hulu (1,31%), pada sungai Kampar bagian hilir (5,60%) jauh lebih rendah pada bagian hulu (1,87%) sedangkan untuk sungai Inderagiri nilai kadar air paling tinggi terdapat pada bagian hulu (6,00%) jauh lebih rendah pada bagian hilir (2,19%) (Gambar 5), hal ini terjadi karena nilai kadar air dipengaruhi kadar lempung dan GFN pasir sungai tersebut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.

Gambar 6 menunjukkan pola peningkatan nilai kadar air seiring meningkatnya kadar lempung pada

masing-masing sungai, pada sungai Rokan bagian hulu nilai kadar lempung 1,24% dan kadar air 1,31% lebih rendah bila dibandingkan dengan bagian hilir yang mempunyai nilai kadar air 1,35%, hal ini terjadi karena nilai kadar lempung pada bagian hilir lebih tinggi yaitu 1,29% dari bagian hulu dan demikian juga untuk sungai Kampar dan Inderagiri dimana nilai kadar air akan selalu mengikuti pola nilai kadar lempung pada masing-masing sampel pasir sungai. Lempung mempunyai sifat menyerap air yang baik (Anonim 2012) jadi semakin tinggi kadar lempung pada pasir sungai maka kadar air yang terdapat pada pasir sungai tersebut akan semakin tinggi juga. Gambar 6 juga menunjukkan pola yang sama dengan Gambar 5 dimana pada sungai Rokan bagian hulu memiliki nilai kadar air 1,31% dan GFN 17,92 lebih rendah dari bagian hilir yang mempunyai nilai kadar air 1,35%, hal ini terjadi karena nilai GFN bagian hilir 27,25 lebih tinggi dari hulu dan demikian juga dengan sungai Kampar dan Inderagiri yang selalu mengikuti nilai GFN masing-masing sampel pasir sungai. GFN pasir semakin besar maka butiran pasir akan semakin halus akibatnya rongga-rongga antara butir yang terbentuk akan semakin kecil sehingga efek kapilaritas yang terjadi pada rongga-rongga pasir akan semakin besar yang mengakibatkan semakin banyak air tertahan pada rongga-rongga pasir yang terbentuk



**Gambar 7. Pengaruh GFN terhadap kadar air pasir sungai**

### Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau pada tanggal 07 Februari 2013 hasil pengujian permeabilitas pasir terlihat pada Tabel 1.

Nilai permeabilitas pasir dengan menggunakan fluida gas akan lebih besar bila dibandingkan dengan fluida cair (air) dengan perbedaan 2 - 10 kali lebih besar dari fluida cair (Surdia & Chijiwa,

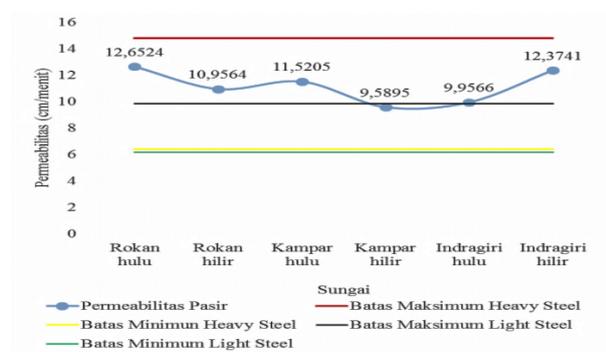
1996), dengan demikian nilai permeabilitas masing-masing sampel pasir sungai dapat dilihat pada Tabel 1 dan nilai permeabilitas untuk masing-masing material ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 1. Data nilai permeabilitas pasir sungai dan konversi nilai  $k_{air}$  ke  $k_{gas}$**

No	Pasir Sungai	$k_{air}$ (cm/menit)	$k_{gas}$ cm/menit)
1	Rokan hulu	1,2652	12,6524
2	Rokan hilir	1,0956	10,9564
3	Kampar hulu	1,1520	11,5205
4	Kampar hilir	0,9589	9,5895
5	Inderagiri hulu	0,9957	9,9566
6	Inderagiri hilir	1,2374	12,3741

**Tabel 2. Data nilai konversi permeabilitas pasir cetak pada pengecoran logam sand casting (Shehu & Bahatti, 2012)**

Metal	Permeabilitas (cm/menit)
Heavy Steel	6,414-14,802
Light Steel	6,167-9,868
Heavy Grey Iron	3,454-5,921
Aluminium	0,493-1,480
Brass and Bronze	0,740-1,973
Light Grey Iron	0,987-2,467
Melleable Iron	0,987-2,960
Medium Grey Iron	1,973-3,947



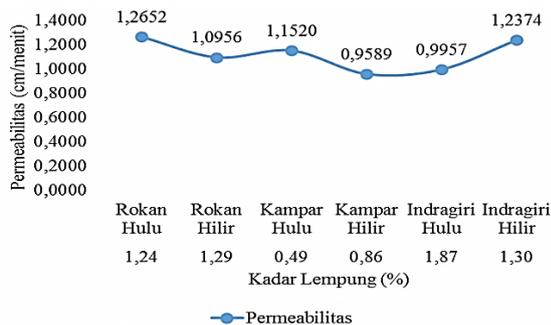
**Gambar 8. Permeabilitas rata-rata pasir sungai**

Gambar 8 menunjukkan nilai permeabilitas rata-rata masing-masing sampel pasir sungai setelah dikonversi ke fluida gas dimana nilai permeabilitas pasir sungai Rokan bagian hulu, Rokan bagian hilir, Kampar bagian hulu, Kampar bagian hilir, Inderagiri bagian hulu dan Inderagiri bagian hilir memenuhi kriteria permeabilitas untuk pengecoran *Heavy Steel* karena berada diantara batas maksimum dan minimum nilai permeabilitas *Heavy Steel*, sedangkan pasir sungai yang memenuhi kriteria nilai permeabilitas untuk pengecoran logam *Light steel* hanya pasir sungai Kampar bagian hilir,

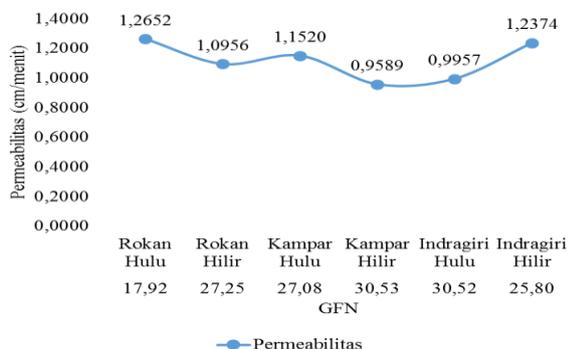
hal ini terbukti karena berada diantara batas maksimum dan minimum nilai permeabilitas *Light Steel*. Nilai permeabilitas pasir sungai dapat dikurangi dengan melakukan perlakuan khusus yaitu penghalusan butiran pasir sungai dengan menggunakan mesin penghalus pasir dan penambahan lempung ke dalam pasir sehingga sesuai kriteria kadar lempung dan GFN pasir cetak, dengan demikian seluruh pasir sungai dapat digunakan untuk pengecoran logam *Light Steel, Heavy Grey Iron, Aluminium, Brass and Bronze, Light Grey Iron, Melleable Iron* dan *Medium Grey Iron*. Pola nilai permeabilitas pada sungai Rokan sama dengan sungai Kampar yaitu sama-sama mempunyai nilai permeabilitas lebih tinggi pada bagian hulu daripada bagian hilir akan tetapi pada sungai Inderagiri pola nilai permeabilitas berbanding terbalik dengan sungai lainnya, dimana nilai permeabilitas paling tinggi berada pada bagian hilir dan lebih rendah pada bagian hulu seperti pada Gambar 8. Penyebab nilai permeabilitas lebih tinggi pada sungai Rokan dan Kampar bagian hulu daripada bagian hilir dan untuk sungai Inderagiri nilai permeabilitas lebih tinggi dibagian hilir daripada bagian hulu diakibatkan nilai kadar lempung dan GFN masing-masing sungai, jadi semakin tinggi nilai kadar lempung maka nilai permeabilitas akan turun (Sutiyoka & Efendi, 2012) dan jika GFN makin rendah maka nilai permeabilitas akan semakin tinggi (Tanikawa & Shimamoto, 2006) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10. Nilai permeabilitas pasir sungai masing-masing sampel pasir sungai berbanding terbalik dengan nilai kadar lempung seperti pada sungai Rokan bagian hulu mempunyai nilai permeabilitas 1,2652 cm/menit dengan kadar lempung 1,24% dan pada bagian hilir nilai permeabilitas lebih rendah yaitu 1,0956 cm/menit, hal ini diakibatkan karena nilai kadar lempung pada bagian hilir lebih tinggi yaitu 1,29% serta demikian juga dengan sampel pasir sungai lainnya dimana nilai permeabilitas akan berbanding terbalik dengan nilai kadar lempung (Gambar 9).

Penyebab permeabilitas pasir sungai akan menurun jika kadar lempung meningkat yaitu akibat lempung yang terdapat pada pasir sungai akan mengisi rongga-rongga antara butir pasir dan menghambat aliran gas atau air yang melewati rongga-rongga pasir sehingga laju aliran gas atau air di dalam pasir akan lebih lambat seiring peningkatan kadar lempung pada pasir tersebut. Gambar 10 juga menjelaskan pola yang sama dengan Gambar 9 yaitu nilai permeabilitas berbanding terbalik dengan nilai GFN seperti pada sungai Rokan bagian hulu, nilai permeabilitas sebesar 1,2652 cm/menit dengan GFN 17,92 dan

pada bagian hilir nilai permeabilitas lebih rendah dari bagian hulu yaitu 1,0952 cm/menit, hal ini terjadi karena GFN pada bagian hilir lebih besar dari bagian hulu sehingga ukuran butir pasir pada bagian hilir lebih halus. Butiran pasir semakin halus rongga-rongga antara butir pasir yang terbentuk akan semakin kecil sehingga pada saat gas atau air dialirkan pada pasir akan mempunyai laju aliran yang lebih lambat bila dibandingkan dengan rongga-rongga butiran pasir yang lebih besar sehingga semakin kecil (GFN) maka nilai permeabilitas akan semakin besar.



**Gambar 9. Pengaruh kadar lempung terhadap permeabilitas pasir masing-masing sungai**



**Gambar 10. Pengaruh GFN terhadap permeabilitas pasir masing-masing sungai**

## KESIMPULAN

1. Semua sampel pasir sungai di provinsi Riau berpotensi sebagai pasir cetak untuk pengecoran logam *Sand Casting* akan tetapi pasir sungai harus mengalami perlakuan khusus karena semua pasir sungai belum memenuhi seluruh kriteria sebagai pasir cetak, pasir sungai yang paling berpotensi yaitu sungai Kampar bagian hilir memenuhi kriteria kadar air dan permeabilitas untuk material *Heavy Steel* dan *Light Steel*, sungai Inderagiri bagian hulu dan sungai Inderagiri bagian hilir memenuhi kriteria

kadar air dan permeabilitas untuk material *Heavy Steel* sedangkan pasir sungai lainnya hanya memenuhi kriteria permeabilitas untuk material *Heavy Steel*.

2. Perlakuan khusus yang dapat dilakukan agar pasir sungai dapat digunakan untuk pengecoran logam *Sand Casting* yaitu:
  - a. Sungai Rokan bagian hulu harus dilakukan penambahan air sebesar 0,69% - 10,69 %, penambahan lempung sebesar 8,76% - 18,76% serta melakukan penghalusan pasir dengan menggunakan mesin penghalus pasir sehingga GFN pasir berkisar pada 40 - 220.
  - b. Sungai Rokan bagian hilir harus dilakukan penambahan air sebesar 0,65% - 10,65%, penambahan lempung sebesar 8,71% - 18,71% dan melakukan penghalusan pasir dengan menggunakan mesin penghalus pasir sehingga GFN pasir berkisar pada 40 - 220.
  - c. Sungai Kampar bagian hulu harus dilakukan penambahan air sebesar 0,18% - 10,18%, penambahan lempung sebesar 9,51% - 19,51% dan melakukan penghalusan pasir dengan mesin penghalus pasir sehingga GFN pasir berkisar pada 40 - 220.
  - d. Sungai Kampar bagian hilir harus dilakukan penambahan lempung sebesar 9,14-19,14% dan melakukan penghalusan pasir dengan mesin penghalus pasir sehingga GFN pasir berkisar pada 40 - 220.
  - e. Sungai Inderagiri bagian hulu harus dilakukan penambahan lempung sebesar 8,13-18,13% dan melakukan penghalusan pasir dengan mesin penghalus pasir sehingga GFN pasir berkisar pada 40 - 220.
  - f. Sungai Inderagiri bagian hilir harus dilakukan penambahan lempung sebesar 8,7-18,7% dan melakukan penghalusan pasir dengan mesin penghalus pasir sehingga GFN pasir berkisar pada 40 - 220.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A dkk. 2012., Effect of Moisture Content on the Permeability of Tailing Sand Samples Gathered from Ex Tin Mines in Perak State Malaysia. *Advances in Mechanical Engineering*. ISSN:2160-0619.
- American Foundry Society., Mold & Core Test Handbook Third Edition. United States of America. 2001.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau., 2014. *Geografis Provinsi Riau*. [Online] Available at: <http://riau.bps.go.id/publikasi-online/riau-dalam->

- angka/bab-1-keadaan-geografis.html-0.  
[Accessed 18 February 2014]
- Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Riau. 2013. Data Perusahaan Pertambangan Pasir di Provinsi Riau.
- Anonim., 2012. *Kegunaan pasir sungai*. [Online] Available at: [trasnriau.com](http://trasnriau.com). [Accessed 3 March 2014]
- Anonim., 2013. *Pemasukan dari bahan galian golongan C*. [Online] Available at: [antarariau.com](http://antarariau.com). [Accessed 3 March 2014].
- Prayogo, T & B, Budiman., 2009. Survei Potensi Pasir Kuarsa Di Daerah Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol. 11 No. 2*, pp.126-132.
- Shehu, T. & Bahatti, S, R., 2012. The Use of Yam Flour (Starch) as Binder for Sand Mould Production in Nigeria. *World Applied Sciences Journal* 16 (6), pp.858-862.
- Stefanescu. D., 1988. *Metals Handbook Ninth Edition Volume 15 Casting*. Ohio: ASM International.
- Surdia, T., & Chijiwa., 1996. *Teknik Pengecoran Logam* 6th ed. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sutiyoka & Efendi, L, M., 2012. Studi Kasus Komposisi Pasir Cetak Greensand Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Cor. *Jurnal Foundry Vol. 2 No. 1*. ISSN : 2087-2259.
- Tanikawa, W. & Shimamoto, T., 2006. Klinkenberg effect for gas permeability and its comparison to water permeability for porous sedimentary rocks. *journal Hydrology and Earth System Sciences*, pp.1315–1338.