

ANALISA PENGARUH KEKERASAN PERMUKAAN TERHADAP KAPASITAS ALIRAN VISKOSITAS DAN TINGGI ALIRAN DALAM PIPA

Ambo Intang*, Boni Junita**

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang, Jalan Taman Siswa No.261, Kota Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia*

**Email: ambo.intang@gmail.com*

***Email: bonijunita21@gmail.com (Penulis Korespondensi)*

ABSTRAK

Setiap fluida yang mengalir melalui pipa akan menghasilkan gesekan yang dapat mengakibatkan suatu kerugian berupa kerugian penurunan tekanan. Untuk menangani masalah ini diperlukan penanganan khusus untuk mencegah atau mengurangi kerugian-kerugian yang diakibatkan oleh gesekan antara fluida dengan dinding pipa sehingga diketahui bagaimana pengaruh kekasaran permukaan terhadap debit dan tekanan pada aliran viskos pada pipa. Aliran fluida (air) dalam saluran tertutup (pipa silinder 1/2 inchi) dapat mengalami kondisi laminar dan turbulen. Kondisi tersebut dapat ditentukan dengan melihat bilangan Reynolds dengan melihat kondisi kekasaran dinding pada permukaan pipa. Dalam penelitian ini akan dianalisa pengaruh dari kekasaran permukaan terhadap debit dan tekanan pada aliran viskos pada pipa silinder 1/2 inchi. Sehingga didapat bahwa kekasaran permukaan sangat berpengaruh terhadap rugi head yang terjadi pada aliran fluida, yang mana semakin kasar permukaan dalam pipa maka nilai kapasitas aliran semakin menurun dan nilai tekanan akan semakin meningkat dan besar.

Kata kunci: Bilangan Reynolds, Kapasitas Aliran, Tekanan, Fluida Air

1. PENDAHULUAN

Fluida merupakan zat atau partikel rapat yang berubah bentuk secara continuous (terus-menerus), bila menerima tegangan geser betapapun kecilnya tegangan geser itu (Zulhadi et al., 2020). Pada penggunaannya terdapat banyak gesekan yang dapat memperlambat kecepatan atau proses pengaliran fluida didalam pipa. Dimana akan merugikan proses pendistribusian fluida para industri - industri yang berkecimpung dibidang Fluida.

Pipa merupakan salah satu alat transportasi yang paling efektif untuk memindahkan fluida. Aliran fluida dalam pipa dapat laminar atau turbulen bergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhinya, diantaranya nya kekasaran permukaan pipa, kecepatan aliran fluida dan kekentalan fluida (Fadhli & Madjid, 2017).

Dalam setiap proses pengoperasian banyak masyarakat luas yang tidak memahami bahwa di dalam pipa yang di aliri fluida maka akan terjadi gesekan antara fluida tersebut terhadap material yang mengalir bersamaan fluida seperti pasir, tanah batu kerikil dan lain – lainnya dengan dinding permukaan pipa yang dapat berpengaruh terhadap debit dan tinggi tekan fluida yang mengalir didalam pipa tersebut (Nurnawaty & Sumardi, 2020). Perencanaan sistem distribusi air didasarkan pada dua faktor utama yaitu kebutuhan air dan tekanan aliran.

Fluida yang mengalir pada pipa akan mengalami gesekan antara fluida dengan dinding pipa yang dapat menyebabkan terjadinya pressure drop. Faktor friksi didefinisikan sebagai gaya gesek yang terjadi antara dua permukaan yang saling bersinggungan (Andayani et al., 2019). Dalam mekanika fluida dinyatakan bahwa pada aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut.

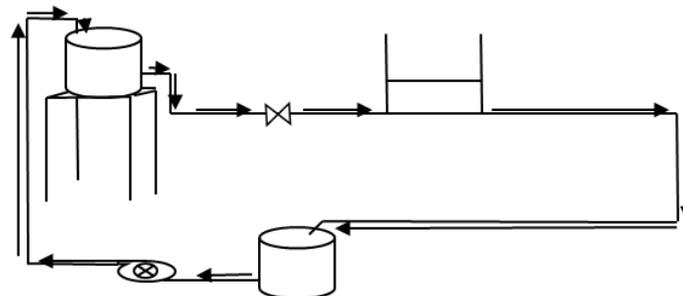
Aliran fluida merupakan salah satu konsep yang berkembang dengan ilmu keteknikan. Aliran fluida dalam suatu pipa pasti mengalami penurunan atau rugi tekanan, hal ini terjadi karena adanya koefisien gesek antara fluida dengan dinding pipa dan antara fluida dengan lapisan fluida itu sendiri. Faktor-faktor yang menyebabkan gaya gesek ini akibat karakteristik yang dimiliki

fluida dalam pipa. Karakteristik yang dimiliki fluida yaitu kecepatan, viskositas, gaya adhesi–kohesi fluida dan gaya geser yang terjadi pada partikel-partikel fluida, sedangkan karakteristik yang dimiliki pipa yaitu kekasaran permukaan dan zat lapisan permukaan (Yusuf & Hariadi, 2021). Pada penelitian ini hanya faktor kekasaran permukaan pipa yang menjadi variabel dalam menentukan koefisiensi gesek, sedangkan faktor karakteristik fluida dibuat tetap yaitu dengan menggunakan fluida air. Tingkat kekasaran permukaan didapat dengan cara memakai pipa yang sama (PVC) dengan dua diantaranya dilakukan perlakuan pengaplasan permukaan dalam pipa dengan dua tingkat kekasaran berbeda.

Untuk dapat mencapai efisiensi produksi tinggi dan cost produksi yang rendah, maka dibutuhkan optimalisasi penggunaan energi yang terpakai, dalam hal ini khususnya optimalisasi atau meminimalkan energi yang terpakai dalam distribusi fluida dalam pipa. Untuk mengetahui gesekan yang terjadi didalam pipa tersebut kita perlu mengetahui tentang pengaruh kekasaran permukaan dinding pipa terhadap aliran fluida yang mengalir didalamnya. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah mempelajari hubungan antara kekasaran permukaan pipa dengan rugi tinggi tekan dan debit aliran pada Pipa Polivinil Chlorida (PVC) berdiameter ½ inchi.

2. METODE PENELITIAN

Alat yang dipakai dalam pengujian ini adalah drum penampung air, pipa ½ inchi pvc, pompa tipe PS-126S 125 Watt kapasitas 34 Liter/menit, elbow ½ inchi, valve ½ inchi, manometer, gelas ukur, stop watch, dan termometer. Peralatan tersebut dirangkai seperti pada



Gambar 1. Rangkaian Alat Pengujian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah merancang sebuah instalasi alat ukur dan melakukan pengambilan data. Data yang diperoleh dihitung dengan parameter-parameter yang dibutuhkan, setelah perhitungan didapat dalam bentuk tabel kemudian dianalisa hasilnya dan diplot dalam bentuk kurva karakteristik yaitu hubungan antara debit (Q) dengan kerugian tinggi tekan (hf), debit (Q) dengan tekanan (P), dan hubungan Reynolds dengan koefisien gesek (f).

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran head loss dari fluida yang berhubungan dengan debit dan tekanan dinamik dari suatu aliran dalam pipa uji. Debit aliran fluida diatur dengan variasi bukaan 45° , 50° , 55° , 60° , 65° , 70° , 75° , 80° , 85° , dan 90° , dan volume 1 liter. Kemudian dilakukan juga pengujian untuk tiga jenis pipa uji dengan kekerasan permukaan dalam pipa yang berbeda yaitu pipa pengujian dengan permukaan dalam pipa tanpa perlakuan, pipa pengujian dengan permukaan dalam pipa dikasarkankan dengan amplas tipe (G no 100), dan pipa pengujian dengan permukaan dalam pipa dikasarkankan dengan amplas tipe (Three Star no.36). Persamaan yang digunakan (Munson, B. R., Young, D. F. and Okiishi, 2002) adalah:

Debit atau kapasitas aliran:

$$Q = V/t$$

..... pers. 1

Keterangan:

Q = Debit aliran (m³/s)

V = Volume air yang mengalir (m³)

t = Waktu Fluida mengalir (s)

Kecepatan Aliran Fluida:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4.Q}{\pi.d^2} \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots \text{ pers. 2}$$

Keterangan:

V = Kecepatan Aliran (m/s)

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang (m²)

Tekanan fluida dalam pipa:

$$P = \rho.g.\Delta h \quad \dots\dots\dots \text{ pers. 3}$$

Keterangan:

P = Tekanan fluida (Kg/m.s²)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

Q = Debit air (m³/s)

Δh = Beda ketinggian (m)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

Bilangan Reynolds:

$$Re = \frac{\rho.V.D}{\mu} \quad \dots\dots\dots \text{ pers. 4}$$

Keterangan:

Re = Bilangan Reynolds

V = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter pipa (m)

ρ = Densitas fluida (Kg/m³)

μ = Viskositas dinamik fluida (Kg/m.s)

Koefisien gesek:

$$f = \frac{hf.2.D.g}{LV^2} \quad \dots\dots\dots \text{ pers. 5}$$

Keterangan:

f = faktor gesek

hf = Kerugian tinggi tekan (m)

D = diameter pipa (m)

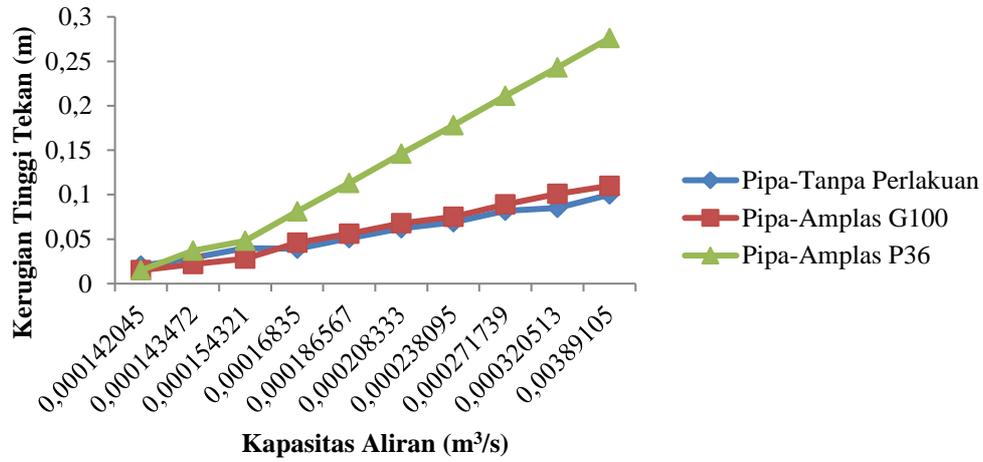
L = Panjang pipa (m)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

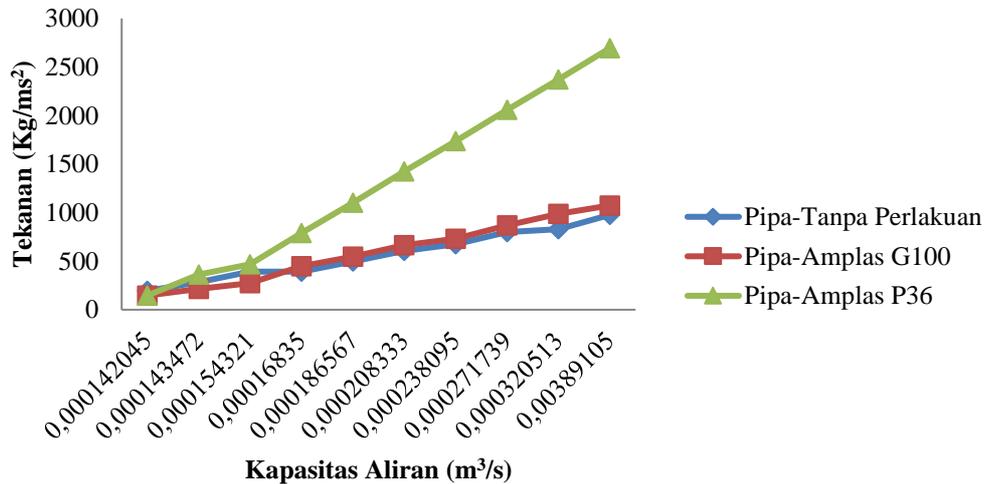
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan dan perhitungan pada penelitian ini diolah dalam bentuk grafik yang akan menjelaskan hubungan antara kapasitas aliran dan kerugian tinggi tekan (Gambar 2),

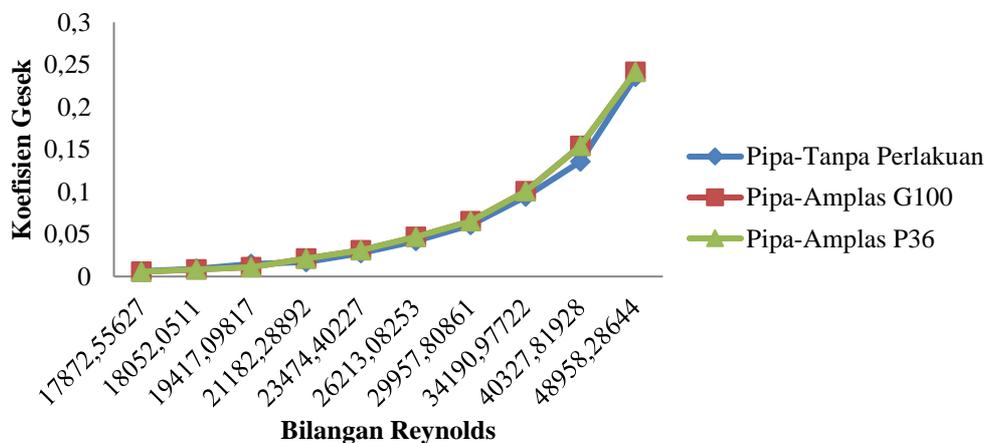
hubungan kapasitas aliran dan tekanan (Gambar 3), serta hubungan antara bilangan reynolds dan koefisien gesek (Gambar 4).



Gambar 2. Hubungan antara Kapasitas Aliran dan Kerugian Tinggi Tekan



Gambar 3. Hubungan antara Kapasitas Aliran dan Tekanan



Gambar 4. Hubungan antara Bilangan Reynolds dan Koefisien Gesek

Pada pipa pengujian dengan permukaan dalam pipa tanpa perlakuan dapat dianalisa bahwa berdasarkan pada grafik (Q- Δh), (Q-P), (Re-f) yang ditunjukkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 dapat dianalisa bahwa pada grafik (Q- Δh), menunjukkan semakin besar harga kapasitas aliran (Q), maka harga kerugian tinggi tekan (Δh) semakin besar, untuk grafik (Q-P) menunjukkan bahwa semakin besar harga kapasitas aliran (Q) maka akan semakin besar harga tekanan fluida air dalam pipa (P), hal ini dikarenakan semakin besar bukaan pada katub, sehingga distribusi fluida air dalam pipa semakin cepat. Sedangkan untuk grafik (Re-f), menunjukkan bahwa semakin besar harga bilangan Reynolds (Re) maka, koefisien gesek (f) semakin kecil. Diketahui harga koefisien geseknya rendah, hal ini dapat dijelaskan bahwa pipa uji tanpa perlakuan dapat dikatakan permukaannya licin sehingga saat fluida mengalir, kontak fluida dengan permukaan pipa pada lapisan fluida yang terjadi kecil. Karena itu pipa mengalami sedikit gesekan, pipa juga memungkinkan gaya adhesi yang terjadi antara fluida dengan permukaan sangat kecil.

Pada pipa pengujian dengan permukaan dalam pipa dikasarkan dengan amplas tipe G no 100, dapat dianalisa bahwa pada grafik (Q- Δh) menunjukkan semakin besar harga harga kapasitas aliran (Q), maka harga kerugian tinggi tekan (Δh) semakin besar, untuk grafik (Q-P) menunjukkan bahwa semakin besar harga kapasitas aliran (Q) maka akan semakin besar harga tekanan fluida air dalam pipa (P).hal ini dikarenakan semakin besar bukaan katub, sehingga distribusi fluida air dalam pipa semakin cepat. Namun untuk besarnya harga dari kerugian tinggi tekan (Δh), kapasitas aliran (Q), tekanan fluida air dalam pipa (P), bilangan Reynolds (Re), masih rendah bila dibandingkan dengan hasil perhitungan pada pipa tanpa perlakuan, namun untuk grafik (Re-f), harga koefisien gesek (f) yang terjadi besar, dikarenakan kekasaran permukaan yang tinggi, sehingga gesekan antara fluida dengan permukaan pipa besar.

Pada pipa pengujian dengan permukaan dalam pipa dikasarkan dengan amplas tipe Three Star no. 36, maka dapat dianalisa bahwa dengan memperhatikan grafik pada gambar yang sama menunjukkan bahwa semakin besar harga harga kapasitas aliran (Q), maka harga kerugian tinggi tekan (Δh) semakin besar, untuk grafik (Q-P) menunjukkan bahwa semakin besar harga kapasitas aliran (Q) maka akan semakin besar harga tekanan fluida air dalam pipa (P). hal ini dikarenakan semakin besar bukaan katub, sehingga distribusi fluida air dalam pipa semakin cepat. Namun untuk besarnya harga dari kerugian tinggi tekan (Δh), kapasitas aliran (Q), tekanan fluida air dalam pipa (P), bilangan Reynolds (Re), masih rendah bila dibandingkan dengan hasil perhitungan pada pipa tanpa perlakuan, namun untuk grafik (Re-f), harga koefisien gesek (f) sangat besar sehingga harga bilangan Reynolds (Re) cenderung menurun. Koefisien gesek (f) yang terjadi sangat besar, dikarenakan kekasaran permukaan yang tinggi, sehingga gesekan antara fluida dengan permukaan pipa sangat besar.

Untuk pipa uji yang telah dikasarkan hampir sama namun nilai beberapa variable tertentu berbeda itu diakibatkan harga kekasaran relatif atau faktor gesek (ϵ/d) permukaan yang berbeda. Kekasaran yang terjadi menyebabkan gerak ketidak-teraturan aliran fluida pada lapisan batasnya akibat dari gaya perlawanan yang diberikan tonjolan bagian dalam pipa akibat pengamplasan terhadap aliran fluida. Gerak ketidak-teraturan dari fluida ini membutuhkan energi, dan energi ini berasal dari head yang dimiliki, sehingga kerugian tinggi tekan (Δh) yang terjadi semakin tinggi dan menyebabkan kecepatan aliran fluida semakin kecil.

Gesekan dalam aliran fluida dapat mengakibatkan bekurangnya energi yang terdapat dalam aliran fluida tersebut. Kerugian energi tersebut diakibatkan adanya tegangan geser antara fluida yang mengalir dengan permukaan dinding pipa bagian dalam, hal tersebut diatas merupakan pengaruh dari kekasaran permukaan pipa yang menyebabkan peningkatan koefisien gesek, akan tetapi kekasaran permukaan sangat berpengaruh meningkatkan koefisien gesek, tapi suatu jenis dan bentuk kekasaran tertentu dapat menurunkan koefisien gesek, besarnya koefisien gesek yang terjadi antara fluida yang mengalir didalam pipa dengan permukaan dinding pipa bagian dalam dipengaruhi beberapa faktor kecepatan (v), panjang pipa (L), diameter pipa (D), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada penelitian ini peningkatan kekasaran pipa menunjukkan bahwa angka yang ditunjukkan dari hasil perhitungan pipa uji dengan permukaan dalam pipa yang telah dikasarkan cenderung lebih besar dari pipa uji tanpa perlakuan, hal ini berpengaruh terhadap kapasitas aliran

(Q) dan tekanan (P), yaitu semakin kasar permukaan pipa maka nilai dari kapasitas aliran (Q) semakin menurun dan nilai tekanan (P) akan semakin meningkat. Untuk bilangan Reynolds (Re) dan koefisien gesek (f) didapat bahwa bilangan Reynolds (Re) dan koefisien gesek (f) berbanding lurus akan tetapi dengan meningkatnya kekasaran permukaan kedua angka tersebut cenderung lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

- Kekasaran permukaan sangat berpengaruh terhadap rugi head (h_f) yang terjadi pada aliran fluida, karena semakin kasar permukaan dalam pipa maka nilai kapasitas aliran (Q) semakin menurun dan nilai tekanan (P) (pressure drop) akan semakin meningkat.
- Kekasaran suatu permukaan akan menyebabkan kontak sentuh fluida dengan permukaan pipa lebih lama karena kekasaran akan mengganggu laju aliran pada daerah keluar aliran fluida terbukti dengan menurunnya kapasitas aliran (Q)
- Kekasaran suatu permukaan akan menyebabkan harga koefisien gesek menjadi besar. Hal ini dikarenakan adanya tonjolan-tonjolan pada permukaan dalam pipa yang menyebabkan terjadinya gerak ketidakteraturan aliran fluida pada lapisan batas sehingga kapasitas aliran (Q) menurun yang berarti bahwa rugi head semakin tinggi.
- Jenis aliran fluida yang mempunyai gaya adhesi besar adalah pada kekasaran permukaan yang lebih kasar yang mempunyai rugi head yang lebih besar dari pada jenis aliran fluida yang adhesinya kecil terhadap permukaan yang lebih halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, R. D., Nuryanti, S. Z., Asmadi, A., & Candra, R. (2019). PENGARUH JENIS LAPISAN PERMUKAAN PIPA TERHADAP KOEFISIEN GESEK. In *TEKNIKA: Jurnal Teknik* (Vol. 5, Issue 2, p. 181). Universitas IBA Palembang.
<https://doi.org/10.35449/teknika.v5i2.92>
- Fadhli, F., & Madjid, S. (2017). STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI BELOKAN PIPA (ELBOW) TERHADAP KECEPATAN ALIRAN FLUIDA DAN KERUGIAN TEKANAN. In *ILTEK : Jurnal Teknologi* (Vol. 12, Issue 1, pp. 1717–1721). ILTEK : Jurnal Teknologi, Universitas Islam Makassar.
<https://doi.org/10.47398/iltek.v12i01.399>
- Munson, B. R., Young, D. F. and Okiishi (2002a). MEKANIKA FLUIDA. Edisi 4. Jilid 1. Diterjemahkan: Harinaldi & Budiarmo. 2004. UI. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Munson, B. R., Young, D. F. and Okiishi (2002b). MEKANIKA FLUIDA. Edisi 4. Jilid 2. Diterjemahkan: Harinaldi & Budiarmo. 2004. UI. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Nurnawaty, N., & Sumardi, S. (2020). ANALISIS PERUBAHAN TINGGI TEKANAN AKIBAT SUDUT BELOKAN 900 DAN 450 DENGAN MENGGUNAKAN FLUID FRICTION APPARATUS. *TEKNIK HIDRO*, 13, no.1(Mekanika Fluida), 28–37.
<file:///C:/Users/User/Downloads/3980-11982-1-SM.pdf>
- Yusuf, N., & Hariadi, H. (2021). ANALISIS HASIL PERCOBAAN ALAT PRAKTIKUM RUGI-RUGI ALIRAN DALAM PIPA. In *Rang Teknik Journal* (Vol. 4, Issue 1, pp. 180–187). LPPM Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
<https://doi.org/10.31869/rtj.v4i1.2315>
- Zulhadi, Julianto, E., & Zulyan, M. (2020). ANALISA PERUBAHAN DEBIT TERHADAP

KEHILANGAN TEKANAN PADA PERUBAHAN PENAMPANG ALAT UJI SISTEM ALIRAN FLUIDA MENGGUNAKAN PIPA GALVANIS SKALA LABORATORIUM.
In *Suara Teknik : Jurnal Ilmiah* (Vol. 11, Issue 1, p. 1). Universitas Muhammadiyah Pontianak. <https://doi.org/10.29406/stek.v11i1.1917>