

ANALISA KECEPATAN ALIRAN MASUK TERHADAP NILAI TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) PADA OVERFLOW HYDROCYCLONE MENGGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD) PADA PT.PLN (PERSERO) PEMBANGKITAN TANJUNG JATI B UNIT 3 DAN 4

Findri Aprilianto⁽¹⁾, Mulyono⁽²⁾, Margana⁽²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Polines

²⁾ staf pengajar Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Polines

Jl.Prof.H.Sudarto,S.H., Tembalang, Semarang, 50275, PO BOX 6199/SMS

Telp. (024)7473417, 7499585, Faks. (024) 7472396

<http://www.polines.ac.id>, e-mail :secretariat@polines.ac.id

Abstrak

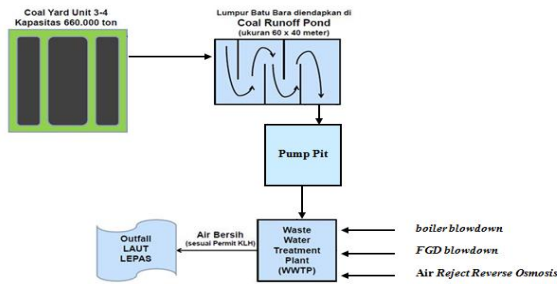
Limbah cair coal yard merupakan kontributor besar kandungan TSS utama pada Waste Water Treatment Plant (WWP). Limbah cair tersebut tidak dapat langsung dibuang ke laut, karena nilai TSS pada limbah masih tinggi. Untuk mengurangi beban kerja di WWTP akibat TSS tersebut, kemudian muncul gagasan pemasangan hydrocyclone untuk menggantikan peran WWTP. Untuk merealisasikan pemasangan hydrocyclone dan menghemat biaya pemasangan dapat dilakukan terlebih dahulu dengan pendekatan permodelan menggunakan metode Computational Fluid Dynamic (CFD). Pada tulisan ini akan dibahas pengaruh kecepatan terhadap persentase pemisahan partikel untuk mengurangi nilai TSS overflow pada hydrocyclone menggunakan Aplikasi Computational Fluid Dynamic (CFD). Variasi kecepatan dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap persentase pemisahan partikel. Variasi kecepatan yang digunakan yaitu 4,066 m/s, 4,513 m/s, 4,841 m/s, 5,083 m/s, 6,861 m/s dan 10,674 m/s. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa variasi kecepatan cukup berpengaruh terhadap persentase pemisahan partikel, dimana semakin tinggi kecepatan inlet maka persentase pemisahan partikel semakin besar. Pada Tugas Akhir ini nilai efisiensi terbaik dari hasil simulasi hydrocyclone terjadi pada kecepatan 6,861 m/s dengan nilai efisiensi 77,02 %, sehingga untuk memperoleh nilai TSS yang dihasilkan 100 mg/L maka nilai TSS yang harus dimasukkan sebesar 435,161 mg/l, agar tidak mencemari lingkungan.

Kata kunci : Kecepatan, Hydrocyclone, CFD, TSS

1. Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Uap merupakan salah satu pembangkit listrik di Indonesia yang menggunakan batubara sebagai sumber energi utamanya. PT. PLN (Persero) Pembangkitan Tanjung Jati B adalah salah satu dari sekian banyak pembangkit yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utamanya. Sebelum digunakan untuk proses produksi uap, batubara harus disimpan terlebih dahulu pada suatu tempat yang dinamakan coal yard yang terletak pada tempat terbuka dimana pada saat turun hujan akan terjadi kontak langsung antara air hujan dengan batubara. Air hujan yang telah mengenai batubara akan turun dengan membawa kotoran serta serbuk batubara yang masih menempel pada batubara. Air hujan yang membawa kotoran beserta serbuk batubara dinamakan air limpasan batubara. Air limpasan batubara

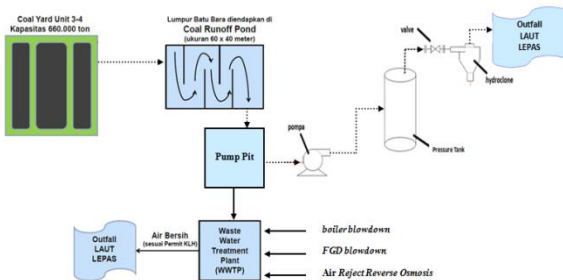
merupakan salah satu limbah cair yang ada pada PLTU. Air limpasan batubara tidak dapat dibuang langsung ke laut melainkan harus ditreatment terlebih dahulu karena belum memenuhi standart bakumutu dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) pada parameter nilai *Total Suspended Solid (TSS)* dimana nilai yang diijinkan untuk dibuang langsung ke laut sebesar 100 mg/l sedangkan pada air limpasan batubara kadarnya sebesar 200-250 mg/l. Berikut adalah gambar skema treatment air limpasan batubara pada sistem pengolahan air limbah atau *waste water treatment plant (WWTP)*



Gambar 1. Skema Aliran Air Limbah Batubara

Pada saat turun hujan dengan intensitas tinggi sistem WWTP tidak dapat menampung semua air limpasan batubara karena kapasitas dari WWTP yang terbatas sebesar 8500 m^3 . Selain itu pada saat musim penghujan nilai kandungan TSS dalam air limpasan berubah menjadi sangat tinggi sehingga memberatkan kerja sistem WWTP dan menyebabkan kerusakan peralatan pada sistem WWTP.

Dari masalah di lapangan yang disebabkan oleh air limpasan batubara kemudian muncul gagasan untuk mengganti peran sistem WWTP menggunakan sistem *hydrocyclone* dalam mengatasi masalah yang sering terjadi. Berikut adalah gambar instalasi pemasangan *hydrocyclone*.



Gambar 2. Instalasi Pemasangan Hydrocyclone

Untuk menunjang instalasi pemasangan *hydrocyclone* sebelum diaplikasikan di lapangan, maka harus dilakukan proses permodelan terlebih dahulu menggunakan metode *Computational Fluid Dynamic (CFD)* supaya menghemat biaya *trial and error* di lapangan.

1.1. Landasan Teori

Definisi Fluida

Fluida adalah zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk tempatnya apabila mengalami tegangan geser.

Computational Fluid Dynamics (CFD)

Computation Fluid Dynamics (CFD) adalah suatu analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan kalor dan fenomena-fenomena yang terkait didalamnya dengan menggunakan metode penghitungan, memprediksi, dan pendekatan aliran fluida secara numerik dengan bantuan komputer. Dengan menggunakan *CFD*, hasil penelitian mengenai aliran fluida tidak perlu dilakukan pengujian secara aktual, melainkan dapat terlebih dahulu membuat model untuk selanjutnya dilakukan simulasi. Beberapa keuntungan menggunakan *Computation Fluid Dynamics (CFD)* antara lain (Robert G. Sargent, 1998):

- Menghemat waktu dan biaya pada sebuah perancangan.
- Dapat dilakukan penelitian terhadap sistem yang dalam keadaan nyata sulit untuk dilakukan.
- Dapat dilakukan penelitian terhadap sistem yang dalam keadaan nyata terlalu berbahaya untuk dilakukan.

Untuk dapat melakukan analisa, sistem *Computational Fluid Dynamics (CFD)* memiliki 3 elemen utama, yaitu :

- Pemodelan
- Pencacahan (*Meshing*)
- Simulasi
 - Pre-Processor*
 - Solver atau Processor*
 - Post-Processor*

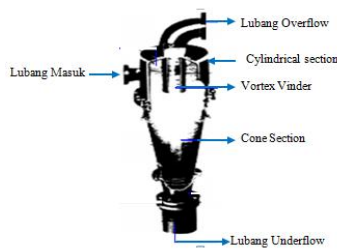
Hydrocyclone

Pada dasarnya *hydrocyclone* merupakan gabungan dari dua kata yaitu *hydro* dan *cyclone*. *Hydro* dapat diartikan air ataupun cairan, sedangkan *cyclone* dapat diartikan sebagai pusaran. Sehingga *hydrocyclone* diartikan sebagai pusaran air.

Dalam penggunaannya secara nyata *hydrocyclone* dapat diartikan sebagai suatu alat yang dapat memisahkan material ataupun partikel dari suatu komposisi campuran baik berbentuk padatan dengan cairan ataupun cairan dengan cairandengan memanfaatkan gaya setrifugal aliran dan gayagravitasi bumi.(Bradley, 1965)

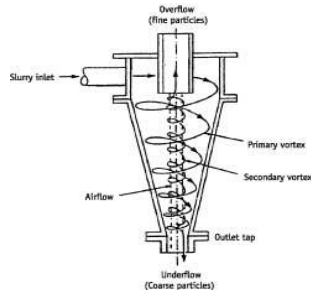
Bagian-bagian dari *Hydrocyclone*

Secara umum bagian-bagian dari *hydrocyclone* dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 3. Bagian-Bagian *Hydrocyclone* (Allen,1990)

Prinsip Kerja *Hydrocyclone*



Gambar 4. Prinsip Kerja *Hydrocyclone*

Prinsip kerja dari *hydrocyclone* adalah terdapatnya kumpulan partikel dan air yang masuk dalam arah tangensial ke dalam siklon pada bagian puncaknya seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.2.Kumpulan air dan partikel ditekan ke bawah secara spiral (*primary vortex*) karena bentuk dari siklon.Gaya sentrifugal menyebabkan partikel terlempar ke arah luar, membentur dinding dan kemudian bergerak turun ke dasar *hydrocyclone*.Dekat dengan bagian dasar *hydrocyclone*, air bergerak membalik dan bergerak ke atas dalam bentuk spiral

yang lebih kecil (*secondary vortex*) partikel yang lebih ringan bergerak keluar dari bagian puncak *hydrocyclone* sedangkan partikel yang berat keluar dari dasar *hydrocyclone*(Julien, 1986).Siklon sering digambarkan sebagai peralatandengan efisiensi rendah. Namun dalamperkembangannya, tercatat, siklon mampumenghasilkan efisiensi 98% bahkan lebihuntuk partikel yang lebih besar dari 5 µm(Cooper, *et al.*, 1986). Efisiensi lebih dari 98%juga tercatat pada siklon untuk partikel yangdiameternya lebih dari 346 µm (Funk, P.A., *etal.*, 2000).Pengaruh gravitasi pada penyisihan partikel pada sebuah *cyclone* sangat kecil, olehkarena itu, dapat dikatakan efisiensi *cyclone* tidak ada pengaruh dari luar sistem.

Rumus *Hydrocyclone*

a. *Settling Rate* (Laju Pengendapan)

$$\text{Settling Rate} = \frac{H}{t}$$

Dimana :

H = Tinggi permukaan air (m)

T =Waktu yang dibutuhkan untuk mengendap (sekon)

b. Konsentrasi Zat Padat Berdasarkan Berat (*C_w*)

$$C_w = \frac{\text{Berat Terlarut (mg)}}{\text{Berat Larutan (mg)}}$$

c. Massa Jenis Campuran (ρ_m)

$$\rho_m = 100 / [C_w / \rho_s + (100 - C_w) / \rho_L]$$

Dimana :

ρ_m = Massa Jenis Campuran (Kg/m³)

C_w =Konsentrasi Zat Padat Berdasarkan Berat (%)

ρ_s = Massa Jenis Zat Padat (Kg/m³)

ρ_L = Massa Jenis Zat Cair (Kg/m³)

d. Debit

$$Q = V_a \cdot A$$

Dimana:

Q : Debit (m³/s)

V_a : Kecepatan aliran (m²/s)

A : Luas penampang katup (m²)

e. Gaya Sentrifugal

$$F = \frac{m_s V_h^2}{r}$$

Dimana :

F = Gaya sentrifugal (N) (Kgm/s²)

m_s = Massa zat padat (Kg)

V_h = Kecepatan aliran di dalam hydrocyclone (m/s)

R = Jari-jari cylindrical section (m)

f. Effisiensi Hydrocyclone

$$\eta_h = \frac{V_{in} K_{cs}}{2 H_{cs} V_h} \times 100\%$$

Dimana :

η_h = Effisiensi penyisihan partikel hydrocyclone (%)

V_{in} = Kecepatan masuk (m/s)

K_{cs} = Keliling cylindrical section hydrocyclone (m)

H_{cs} = Tinggi cylindrical section hydrocyclone (m)

V_h = Kecepatan aliran didalam hydrocyclone (m/s)

$$E_{TSS} = 1 - \frac{TSS_{PE}}{TSS_{PI}} \times 100\%$$

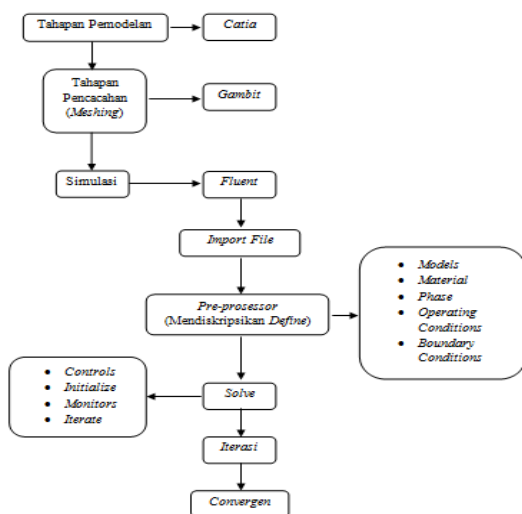
Dimana:

E_{TSS} = Efisiensi pengurangan TSS dari hydrocyclone (%)

TSS_{PE} = Besar kadar TSS pada effluent (overflow) (Kg/m³)

TSS_{PI} = Besar kadar TSS pada influent (inlet) (Kg/m³)

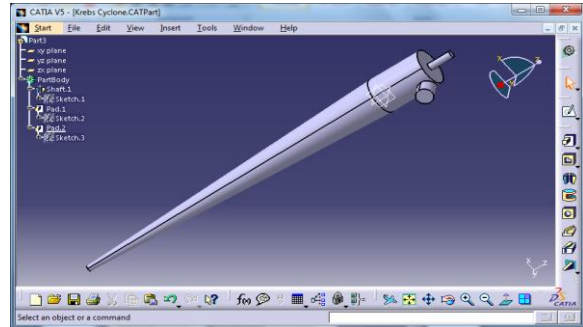
2. Metode Penelitian



Gambar 5 Alur Proses Simulasi CFD

Tahapan Permodelan

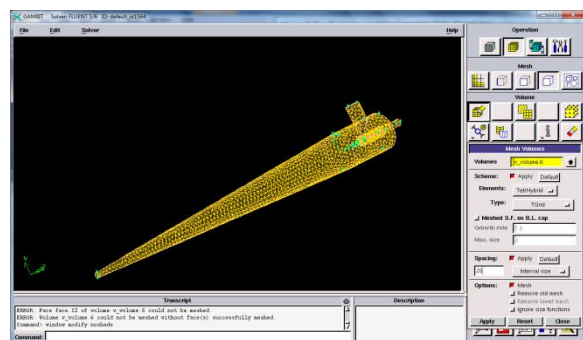
Pada tahapan ini akan membahas proses pra-simulasi dimana diawali dengan pembuatan model tiga dimensi (3D Modelling) sesuai dengan gambar teknik gypsum slurry hydrocyclone. Pada proses ini aplikasi yang digunakan adalah Software Catia V5R18.



Gambar 6 Model Tiga Dimensi (3D Modelling) Gypsum Slurry Hydrocyclone

Tahapan Pencacahan (Meshing)

Pencacahan (Meshing) adalah suatu tahapan pencacahan model sebelum disimulasikan. Dalam proses meshing ini, keseluruhan siklon di partisi ke dalam beberapa bagian. Pada tahapan ini proses pencacahan (meshing) dilakukan menggunakan software GAMBIT. GAMBIT merupakan singkatan dari Geometry And Mesh Building Intelligent Toolkit. GAMBIT berfungsi untuk membuat model geometri dan mendefinisikan daerah yang akan dilalui fluida serta melakukan proses meshing pada daerah tersebut.



Gambar 7 Hasil Proses Pencacahan

Tahapan Simulasi

Pada tahapan proses simulasi ini dilakukan dengan menggunakan software FLUENT. FLUENT adalah program komputer yang memodelkan aliran fluida dan

perpindahan panas dalam geometri yang kompleks. *FLUENT* versi 6.3.26 merupakan salah satu jenis program *CFD* (*Computational Fluid Dynamics*) yang menggunakan metode diskritisasi volume hingga. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada proses simulasi sebagai berikut :

1. Membuka *Software Fluent*

Untuk simulasi ini versi tampilan yang dipilih yaitu versi 3ddp atau *3 dimension double precision*. Karena pada saat simulasi lebih teliti dan pada saat menggambar pemodelan menggunakan *software catia*, model yang digambar yaitu *3D* atau 3 dimensi.

2. Meng-import *File Gambit* kedalam *Fluent*

Langkah untuk meng-import file hasil meshing dari *software GAMBIT* ke *Fluent* yaitu dengan memilih :

File → *Read* → *Case*

3. Mendefinisikan Menu pada *Define*

Pada menu *define* terdapat beberapa parameter yang harus didefinisikan terlebih dahulu. Parameter yang didefinisikan yaitu

- A. *Models*
- B. *Material*
- C. *Phase*
- D. *Operating Conditions*
- E. *Boundary Conditions*

Mendefinisikan *Models*

Didalam parameter *models* terdapat beberapa parameter lain yang harus didefinisikan terlebih dahulu, diantaranya :

- *Solver* berfungsi sebagai metode pemecahan.
- *Multiphase* ini berfungsi untuk mengatur jumlah phase dari fluida yang akan dimasukkan ke dalam simulasi.
- Parameter *viscous* berfungsi untuk mendiskripsikan jenis fluida yang akan disimulasikan. Disini menggunakan fluida jenis k-epsilon karena aliran pada *hydrocyclone* adalah turbulen.

Mendefinisikan *Material*

Mendefinisikan *Material* berfungsi untuk mengatur jenis bahan (*material*) yang akan dialirkan dalam simulasi. Pada pendefinisian *material* besarnya nilai massa jenis yang dimasukkan adalah 1000 kg/m³, nilai tersebut didapatkan dari perhitungan nilai campuran kedua massa jenis material.

Mendefinisikan *Phase*

Pada pendefinisian *phase* ada 2 macam *phase* yang dimasukkan. *phase* 1 jenisnya adalah air, *phase* 2 adalah batubara.

Mendefinisikan *Operating Conditions*

Mendefinisikan *Operating Conditions* bertujuan untuk mengatur parameter-parameter yang terkait dengan kondisi dalam permodelan.

Mendefinisikan *Boundary Conditions*

Mendefinisikan *Boundary Conditions* berfungsi mengatur jenis batasan yang akan digunakan pada setiap zona. Pada zona *inlet* type yang dipilih adalah kecepatan masukkan (*velocity inlet*). disini nilai *velocity* magnitute divariasikan sebanyak 6 kali yaitu pada nilai 4,066 m/s, 4,513 m/s, 4,841 m/s, 5,083 m/s, 6,861 m/s dan 10,674 dan input yang lain dibiarkan default dan tidak diubah.

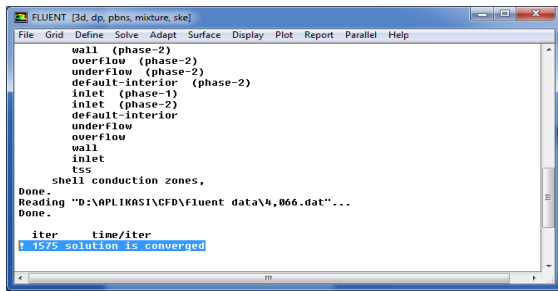
4. Mendefinisikan Menu pada *Solve*

Pada *menu solve* terdapat beberapa parameter yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

- A. *Controls*
- B. *Initialize*
- C. *Monitor*

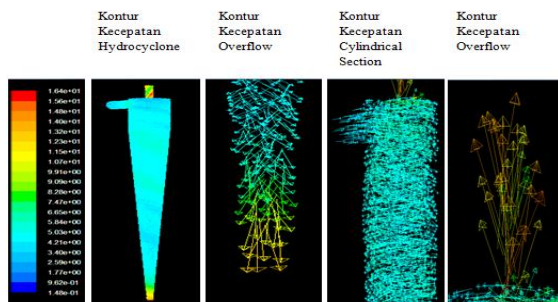
5. Mendefinisikan *Iterate*

Mendefinisikan *iterate* berfungsi untuk menghitung aliran *steady* dan menetapkan jumlah *iterasi* yang akan dilakukan hingga mencapai *convergen*. *iterasi* mencapai *convergen*, ditandai dengan tulisan *solution is convergen* seperti yang ditunjukkan oleh gambar 8.

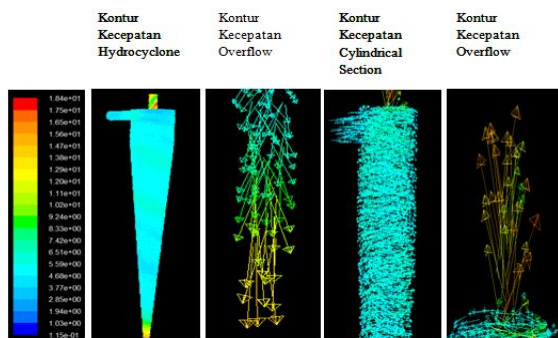


Gambar 8. Tanda Iterasi Sudah Mencapai Convergen

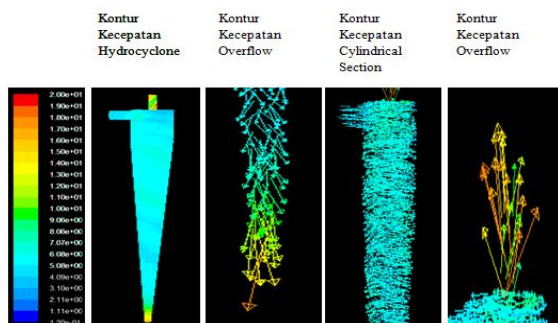
3. Hasil dan Pembahasan Hasil Kajian Simulasi



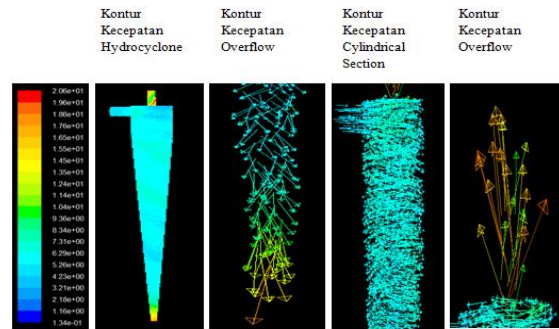
Gambar 9. Kontur Kecepatan pada Bukaannya Katup 90⁰(kecepatan 4,066 m/s)



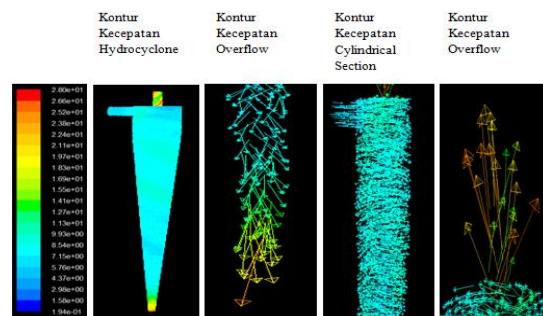
Gambar 10. Kontur Kecepatan pada Bukaannya Katup 75⁰(kecepatan 4,513 m/s)



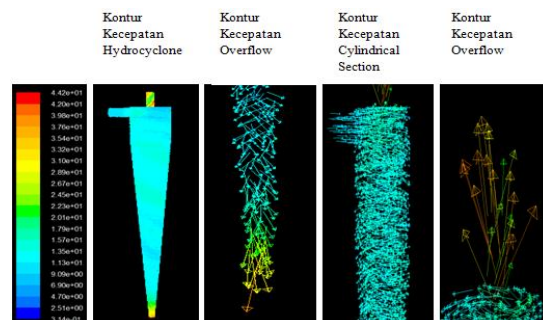
Gambar 11. Kontur Kecepatan pada Bukaannya Katup 60⁰(kecepatan 4,841 m/s)



Gambar 12. Kontur Kecepatan pada Bukaannya Katup 45⁰(kecepatan 5,083 m/s)



Gambar 13. Kontur Kecepatan pada Bukaannya Katup 30⁰(kecepatan 6,861 m/s)



Gambar 14. Kontur Kecepatan pada Bukaannya Katup 15⁰(kecepatan 10,674 m/s)

Tabel 1. Nilai Kecepatan Hasil Simulasi

Kecepatan Masukkan (m/s)	Kecepatan maksimal (m/s)	Kecepatan minimum (m/s)	Kecepatan overflow (m/s)	Kecepatan cylindrical section (m/s)	Kecepatan underflow (m/s)
4,066	16,4133	0,148486	15,6	6,65	12,75
4,513	18,37317	0,11544	16,5	6,9	13,8
4,841	19,97762	0,120336	17	7,07	15
5,083	20,63664	0,134315	18,6	7,3	15,5
6,861	28,00672	0,19403	25,2	9,23	21,1
10,674	44,21842	0,313651	39,8	14,6	33,2

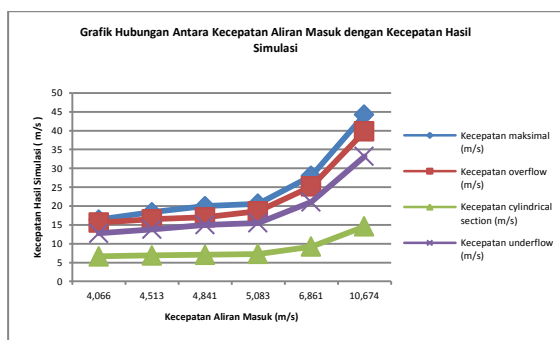
Analisa Hasil Kontur Kecepatan

- Dari hasil simulasi didapatkan nilai kontur kecepatan yang berbeda untuk masing-masing kecepatan aliran masukkan. Dimana semakin besar nilai kecepatan aliran masuk maka nilai kecepatan maksimal yang dihasilkan pada simulasi semakin besar pula.

- nilai kontur kecepatan tertinggi terletak pada sisi keluaran *hydrocyclone* baik pada sisi keluaran *overflow* maupun sisi keluaran *underflow*.

Kecepatan Masukan (m/s)	Gaya Sentrifugal (N)	Effisiensi (%)
4,066	0,000552781	63,35
4,513	0,000595125	67,77
4,841	0,000624811	70,94
5,083	0,000666125	72,13
6,861	0,001064911	77,02
10,674	0,003081125	75,74

Analisa Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Kecepatan Hasil Simulasi



Gambar 15. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Kecepatan Hasil Simulasi

Berdasarkan grafik hubungan antara kecepatan aliran masukan dengan kecepatan hasil simulasi, didapatkan bahwa gambar grafik pada semua kecepatan hasil simulasi cenderung naik, hal tersebut berarti menunjukkan bahwa semakin besar nilai kecepatan aliran masuk maka nilai kecepatan yang dihasilkan pada simulasi juga semakin besar sehingga gambar grafik cenderung naik.

Analisa Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Gaya Sentrifugal

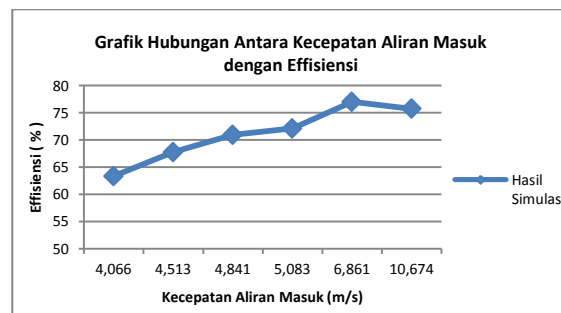
Dari gambar 16 dapat dilihat bentuk grafik cenderung naik, hal ini berarti menunjukkan bahwa semakin besar nilai kecepatan aliran masuk maka nilai gaya sentrifugal yang dihasilkan juga ikut meningkat. Hal ini disebabkan karena besarnya gaya sentrifugal dipengaruhi oleh nilai kecepatan aliran vortex atau aliran berputar, dimana semakin besar nilai kecepatan aliran masuk maka kecepatan aliran vortex yang terjadi juga

akan semakin besar sehingga menyebabkan nilai gaya sentrifugal semakin besar pula, selain itu nilai gaya sentrifugal juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya diameter hydrocyclone dan massa zat padat yang akan dipisahkan.



Gambar 16. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Gaya Sentrifugal

Analisa Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Effisiensi



Gambar 17. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Effisiensi

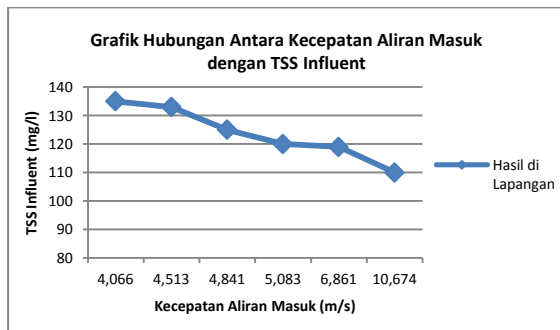
Dari gambar 17 dapat kita lihat bahwa bentuk grafik yang tergambar cenderung naik namun setelah mencapai kecepatan aliran masuk 6,861 m/s gambar grafik berubah menjadi turun, hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai kecepatan aliran masuk, maka nilai efisiensi yang dihasilkan semakin besar, namun pada kecepatan 6,861 m/s grafik berubah menjadi turun disebabkan karena pada kecepatan 6,861 m/s merupakan titik puncak efisiensi terbaik atau titik jenuh dari hydrocyclone sehingga setelah melewati efisiensi terbaik pada kecepatan aliran masuk 6,861 m/s maka nilai

effisiensi akan cenderung mengalami penurunan.

Bukaan Katup	Debit (l/s)	Kecepatan	TSS (mg/l)			E _{TSS} (%)
			Influent	Overflow	Underflow	
90°	16	4,066	135	54	137	60
75°	14,8	4,513	133	50	134	62,40602
60°	12,7	4,841	125	43	129	65,6
45°	10	5,083	120	37	123	69,16667
30°	9	6,861	119	30	121	74,78992
15°	7	10,674	110	30	119	72,72727

Analisa Kajian Lapangan

Analisa Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan TSS Influent



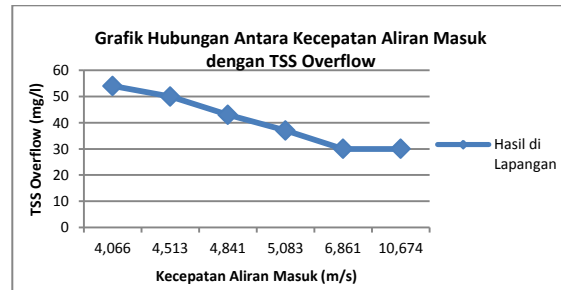
Gambar 18. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan TSS Influent

Dari gambar 18 dapat kita lihat bentuk grafik yang menggambarkan cenderung menurun, hal ini menunjukkan bahwa kecepatan aliran masuk berbanding terbalik dengan nilai TSS Influent, dimana jika semakin tinggi nilai kecepatan yang masuk maka nilai TSS Influent-nya akan semakin turun. Hal ini disebabkan karena pada saat pengambilan data pada bukaan katup 90° merupakan pengambilan data yang dilakukan pertama kali sehingga belum mengalami pengendapan

Analisa Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan TSS Overflow

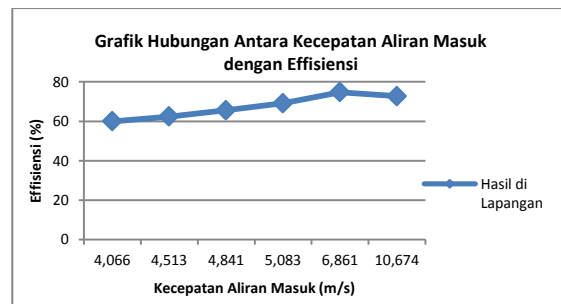
Berdasarkan grafik hubungan antara kecepatan aliran masuk dengan TSS overflow dapat dilihat bahwa bentuk grafik yang menggambarkan cenderung turun, hal ini berarti menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan aliran masuk dengan TSS overflow adalah berbanding terbalik, dimana

semakin besar nilai kecepatan aliran masuk, maka nilai TSS overflow akan menjadi lebih kecil. Hal ini disebabkan karena pemisahan partikel yang terjadi didalam hydrocyclone akan semakin banyak ketika kecepatan aliran masuk semakin besar sehingga nilai TSS overflow yang keluar akan semakin kecil.



Gambar 19. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan TSS Overflow

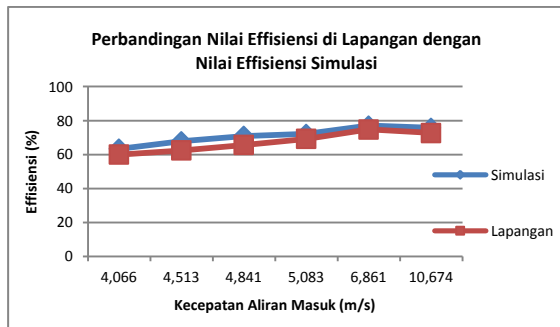
Analisa Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Effisiensi



Gambar 20. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Aliran Masuk dengan Effisiensi

Dari gambar 20 dapat dianalisa bahwa bentuk grafik yang menggambarkan cenderung naik namun setelah mencapai titik kecepatan aliran masukkan 6,861 grafik mengalami penurunan, karena pada titik kecepatan 6,861 merupakan titik puncak effisiensi atau titik jenuh effisiensi sehingga setelah melewati titik tersebut maka nilai effisiensi hydrocyclone yang akan mengalami penurunan.

Analisa Grafik Perbandingan Nilai Efisiensi di Lapangan dengan Nilai Efisiensi Simulasi



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Nilai Efisiensi di Lapangan dengan Nilai Efisiensi pada Simulasi

Berdasarkan gambar 4.13, dapat dilihat pula bahwa grafik antara hasil simulasi dengan hasil dilapangan terdapat selisih nilai efisiensi pada masing-masing kecepatan aliran masuk, dimana grafik hasil simulasi terletak diatas dari grafik hasil dilapangan, hal tersebut berarti menunjukkan jika nilai efisiensi yang didapatkan dari hasil simulasi lebih besar daripada nilai efisiensi dilapangan. Ini disebabkan karena beberapa faktor yang ada dilapangan :

- Kinerja pompa di lapangan yang tidak stabil.
- Besarnya nilai *TSS* masuk *hydrocyclone* dilapangan yang berubah-ubah.
- Kebocoran yang terjadi pada selang penghubung antara pompa dengan akumulator tank

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa data yang sudah didapatkan pada bab sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan beberapa hal bahwa :

- Pada gambar kontur kecepatan hasil simulasi, gambar 9 sampai dengan 14 didapatkan nilai kecepatan tertinggi terletak pada sisi keluaran *hydrocyclone* baik pada keluaran *overflow* maupun keluaran *underflow*.
- Pada hasil perhitungan simulasi nilai efisiensi tertinggi *hydrocyclone* terjadi pada kecepatan aliran 6,861 m/s dengan

nilai 77,02 %, sedangkan nilai efisiensi terendah terjadi pada kecepatan aliran masuk sebesar 4,066 m/s dengan nilai 63,35 %.

- Pada hasil pengujian dilapangan nilai efisiensi *hydrocyclone* tertinggi terjadi pada kecepatan aliran masuk sebesar 6,861 m/s dengan nilai 74,78992 %, sedangkan nilai efisiensi terendah terjadi pada kecepatan aliran masuk sebesar 4,066 m/s dengan nilai 60 %.
- Titik kecepatan aliran masuk 6,861 m/s merupakan titik puncak atau titik jenuh untuk nilai efisiensi, baik pada hasil simulasi maupun hasil di lapangan.
- Terdapat selisih nilai efisiensi antara hasil simulasi dengan hasil percobaan dilapangan, selisih nilai tertinggi terjadi pada kecepatan aliran masuk 4,513 m/s dengan nilai 5,36398 % dan untuk selisih nilai efisiensi paling kecil terjadi pada kecepatan 6,861 m/s dengan nilai 2,23008 %.
- Untuk mencapai target *TSS overflow* dengan nilai 100 mg/l pada efisiensi tertinggi dari hasil percobaan dilapangan dengan nilai 74,78992 % maka nilai *TSS influent* yang harus dimasukkan sebesar 396,667 mg/l

DAFTAR PUSTAKA

- Bradley, D. 1965, *The Hydrocyclone*, Pergamon Press, Oxford.
- Cooper, C.D. & Alley, F.C. 1986. *Air Pollution Control: A design approach*. Boston: PWS Publishers.
- Febriant, FX Adeodatus Alfa. 2013. *Pengurangan Tss Limbah Cair Coal Yard Dengan Menggunakan Hydroclone Pada Pltu Tanjungjati B*. Tugas akhir. Semarang. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang. (Tugas akhir).
- Husairy, A dan Benny D Leonanda. 2014. "Simulasi Pengaruh Variasi Kecepatan Inlet Terhadap Persentase Pemisahan Partikel Pada Cyclone Separator Dengan Menggunakan Cfd". *Jurnal*

- Rekayasa Sipil*. Volume 10, Nomor 1, Andalas.(Artikel Jurnal)
- Robert G. Sargent. 1998. *Verification and Validation of Simulation Models*.
- Sinaga, Ion Riswan. 2010. *Analisa Aliran Fluida Pada Hydrocyclone Dengan Metode Numerik Menggunakan Perangkat Lunak Cfd*. Tugas akhir. Medan. Jurusan Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara. (Tugas akhir)
- Sriyono, dkk. 2012. "Analisis Dan Pemodelan Cyclone Separator Sebagai Prefilter Debu Karbon Pada Sistem Pemurnian Helium Reaktor Rgtt200k". <http://cyclone-separator-sriyono.html>, (30 Mei 2014). (Internet) .
- Widjaja, Tri. 2008. *Pengendalian Pencemaran Udara*. <http://1640-tri-w-eng-cyclone.html>, (18 Juni 2014).(Internet)
- Wikipedia. 2013. *Hydroclone*. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydroclone>, (8 Juni 2014). (internet).
- Yudawan, Agil, sudarwanto, Raswan Rudiadi dan Ignatius Andriyanto. 2013. *Pengaruh Rancang Bangun Hydrocyclone Terhadap Performa Pemisahan Partikel Pengotor Dalam Campuran*. Tugas akhir. Jakarta. Universitas Mercubuana. (Tugas Akhir)