

Analisis Performance Centrifugal Pump dengan Menggunakan Computing Fluid Dinamyc (CFD) untuk Transfer Condensate di Area Onshore Processing Facilities Balongan PHE ONWJ

Bayu Suryo Adi^a, Mudjijanto^{b,*}.

^{ab}Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe,

*E-mail: mudjijantoswd@gmail.com

Diterima : 28-06-2021

Direview : 17-07-2021

Diterbitkan : 12-07-2021

Abstract

Condensate transfer is one part of upstream oil and gas production operations. Condensate is a liquid hydrocarbon obtained from gas wells. Transfer is carried out using a transfer pump. In the activity of using the pump, we need to analyze the pump parameters. The aim is to evaluate the energy performance of the pump according to the variation of the velocity of the fluid being flowed and to determine the pump's working point. The research was conducted by testing the performance of the pump in the field and analyzing it using CFD in solidwork application. The method applied is to change the flow variation with a fluid velocity of 5.9m/s; 17.2m/s ; 20.5m/s. Tests are carried out to determine the pressure and temperature of the pump. The test data in the field will then be compared with the simulation data in the application. The results of the analysis carried out using a flow variation of 5.9 m/s and 17.2 m/s obtained a pressure and temperature comparison between the actual and the simulated according to the operating conditions of the pump. In the analysis with a speed variation of 20.5 m/s there is an indication of a decrease in pump pressure under actual conditions in the field, namely 39 Psi, while in the simulation with ideal conditions it exceeds the operating pressure of the pump. So the conclusion obtained is that the variation in flow causes differences in pump performance in terms of Pressure and Temperature. At a variable speed of 20.5 m/s there is a change in pump performance and if left unchecked can cause damage in the long term.

Keywords : Condensate Transfer, Condensate, Pressure, Temperature

1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan globalisasi yang semakin pesat, kebutuhan akan energi semakin meningkat. Salah satu energi yang selalu diandalkan oleh umat manusia adalah energi dari sektor pertambangan, terutama minyak dan gas bumi. Oleh sebab itu industri-industri migas khususnya di industri hulu juga mengoptimalkan berbagai sumber daya yang bisa diperoleh dari reservoir semaksimal mungkin. Beberapa sumber daya yang bisa diperoleh dari dalam bumi diantaranya adalah *Crude Oil*, *Natural Gas*, dan *Condensate*.

Condensate merupakan hidrokarbon cair yang didapatkan dari sumur gas atau sumur minyak bercampur gas. Dalam kondisi temperatur dan tekanan sekitar, *condensate* ini bentuknya mirip dengan bensin dan mudah terbakar. Gas yang keluar langsung dari sumur biasanya masih bercampur dengan cairan hidrokarbon. Cairan tersebut biasanya dipisahkan menggunakan vessel/ bejana bertekanan, hal tersebut dilakukan supaya gas yang dialirkan merupakan gas yang kering.

Karena sifat kondensat yang berbentuk cairan, maka cairan tersebut bisa ditampung dalam tangki untuk kemudian dimanfaatkan atau dialirkan ke industri pengolahan minyak dan gas bumi. Pada industri hulu migas yang memiliki produksi gas yang besar umumnya memiliki tangki penyimpanan khusus untuk menampung *condensate*. Kemudian *condensate* tersebut dikirim atau ditransfer ke afiliasi perusahaan lain untuk dijual. Pada proses transfer *condensate* ini tentu menggunakan pompa sebagai media untuk mentransfer fluida tersebut.

Analisis kinerja di industri hulu migas merupakan kegiatan yang sangat penting selama proses berlangsung. Oleh karena itu, analisis kinerja dapat membantu memperpanjang umur peralatan yang digunakan dan meningkatkan produktivitas, jika kinerja peralatan tidak dikelola dengan baik di pabrik, menyebabkan gangguan yang dapat mengganggu proses industri yang ditentukan. Sebagai contoh, karakteristik pompa yang akan digunakan harus diketahui sesuai dengan kondisi kerja yang berbeda, dalam hal ini dapat ditentukan batas kondisi kerja dimana pompa dapat mencapai efisiensi maksimum. Berdasarkan penelitian Arijanto(2015) dimana viskositas fluida atau sifat spesifik fluida yang mengalir sangat mempengaruhi performa pompa. Sehingga penelitian ini perlu dilakukan karena pada kenyataannya sangat sulit memastikan performansi pompa pada kondisi kerja yang sebenarnya. Berdasarkan uraian sebelumnya maka akan dilakukan penelitian yang berjudul "Analisis Performance Centrifugal Pump Untuk Transfer Condensate Di Area Onshore Processing Facilities Balongan PHE ONWJ".

2. Kerangka Teori

(Arijanto,2015) terkait analisis pengaruh kekentalan fluida air dan minyak kelapa pada performansi pompa sentrifugal dapat ditarik kesimpulan bahwa, semakin besar nilai viskositas suatu fluida, maka akan semakin kecil nilai head pompa. Viskositas sangat mempengaruhi debit pompa. Semakin besar nilai viskositas suatu fluida, maka akan semakin kecil nilai debit pompa. Selain itu viskositas juga berpengaruh terhadap daya poros pompa. Semakin besar

nilai viskositas fluida, maka akan semakin besar pula nilai daya poros pompa. Dari pengaruh viskositas tersebut, akan menyebabkan deviasi terhadap efisiensi pompa. Semakin besar nilai viskositas suatu fluida, maka akan semakin kecil nilai efisiensi pompa.

(Hakim Erlangga Bernado Sakti, 2016). Menganalisis head total yang dibutuhkan. Rumus yang digunakan adalah berdasarkan pada persamaan kontinuitas yang kemudian diturunkan dengan cara menggunakan persamaan pipa yang dihubungkan secara paralel sehingga debit aliran yang ada dijumlahkan dan memiliki head yang sama. Pada persamaan tersebut terdapat variabel h_L yang merupakan penjumlahan dari h_f dan h_L minor yang harus dianalisis dengan menggunakan diagram Moody, dimana head kerugian akibat gesekan fluida terhadap pipa dan minor losses yang merupakan head kerugian akibat disebabkan oleh kondisi rangkaian pipa seperti valve, fitting, dan lain sebagainya. Kemudian untuk menganalisis besar daya pompa yang dibutuhkan Daya pompa dibagi menjadi dua, yaitu daya hidrolik dan daya poros (BHP). Daya hidrolik (daya pompa teoritis) adalah daya yang dibutuhkan untuk mengalirkan sejumlah zat cair. BHP yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa.

(Tim Meindo, 2014), Pada pengujian awal condensate transfer pump dengan variasi RPM yang telah diterapkan dalam pengujian antara 2950 sampai 2953. pada RPM 2950 diperoleh flow sebesar 402,86 gpm, dengan Total head 172,52 ft, daya output 16,20 hp, Efisiensi pompa berada di angka 75,91%.

2.1. Klasifikasi Aliran Fluida

Aliran fluida dapat dibagi menjadi beberapa bagian antara lain:

1. Aliran halus dan kental

Aliran fluida dibagi menjadi dua bagian berdasarkan viskositasnya, yaitu aliran kental dan aliran kental. Pada aliran inviscid, pengaruh kekentalan fluida diabaikan. Nyatanya, tidak ada yang namanya aliran fluida dengan viskositas nol. Namun, untuk menyederhanakan analisis beberapa fenomena aliran, viskositas dapat diabaikan. Pada aliran fluida dimana kekentalan sangat penting atau diperhatikan, aliran tersebut disebut aliran kental.

1. Aliran laminar dan aliran turbulen

Berdasarkan struktur alirannya, aliran fluida dapat dibedakan menjadi aliran laminar dan aliran turbulen. Dalam aliran laminar, kecepatan di satu titik konstan terhadap waktu. Pada saat yang sama, aliran turbulen menunjukkan variasi acak. Dalam aliran turbulen, profil kecepatan pada suatu titik disebabkan oleh pergerakan acak partikel fluida dari waktu ke waktu dalam jarak dan arah. Jika kecepatan rata-rata diambil dari waktu ke waktu, kecepatan sesaat dapat dihitung dengan menambahkan kecepatan rata-rata ke tingkat variasi

2. Aliran Kompresibel dan Inkompresibel

Aliran di mana perbedaan dalam massa jenis dapat diabaikan disebut inkompresibel. Ketika perbedaan massa jenis aliran yang tidak dapat diabaikan, aliran ini disebut

kompresibel. Pada kenyataannya tidak ada fluida yang massa jenisnya konstan, tetapi ada beberapa masalah aliran fluida yang dapat disederhanakan dengan menganggap massa jenisnya konstan. Hal ini tidak mengurangi keakuratan solusi yang didapat. Parameter yang menjadi acuan utama untuk menentukan suatu aliran kompresibel atau tidak, dilihat dari nilai Mach Number (M), yang didefinisikan sebagai rasio antara kecepatan aliran lokal terhadap kecepatan suara lokal.

3. Aliran internal dan eksternal

Aliran yang dibatasi oleh antarmuka seperti pipa atau wadah disebut aliran internal. Arus yang mengalir ke benda yang terendam dalam fluida tak terbatas disebut arus eksternal. Aliran internal dan eksternal dapat laminar atau turbulen, kompresibel atau inkompresibel. Contoh arus eksternal adalah arus udara di pesawat terbang, mobil, muatan salju yang jatuh atau arus air di sekitar kapal selam dan ikan. Arus udara eksternal sering disebut sebagai aerodinamika untuk merujuk pada pentingnya arus eksternal ketika benda seperti B. pesawat terbang, melewati atmosfer.

4. Aliran Dua Fasa

Aliran 2 fasa adalah aliran yang terjadi dalam suatu sistem yang mengandung gas dan cairan. Aliran 2 fasa dapat dikelompokkan menjadi aliran gas-cair dan cair-cair. Kriteria dari 2 fasa yaitu perbedaan densitas dan viskositas.

2.2. Konveksi

Konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi antara permukaan padat dengan fluida yang mengalir di sekitarnya, dengan menggunakan media penghantar berupa fluida (baik cairan maupun gas) karena perbedaan suhu di antara keduanya (benda-fluida). Dalam kehidupan sehari-hari, terdapat dua macam konveksi, yaitu (Umar Faruk, Kamiran 2012):

Konveksi Alami Perpindahan panas konveksi alami adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh beda suhu dan beda rapat saja dan tidak ada tenaga dari luar yang mendorongnya. Konveksi alamiah dapat terjadi karena ada arus yang mengalir akibat gaya apung, sedangkan gaya apung terjadi karena ada perbedaan densitas fluida tanpa dipengaruhi gaya dari luar sistem. Perbedaan densitas fluida terjadi karena adanya gradien suhu pada fluida. Contoh konveksi alamiah antara lain aliran fluida yang melintasi radiator panas.

Konveksi Paksa Konveksi paksa adalah perpindahan panas aliran gas atau cairan yang disebabkan adanya tenaga dari luar. Konveksi paksa dapat pula terjadi karena arus fluida yang terjadi digerakkan oleh suatu peralatan mekanik (contoh: pompa, pengaduk), jadi arus fluida tidak hanya tergantung pada perbedaan densitas.

2.3. Hukum Bernoulli

Hukum Bernoulli menjelaskan tentang konsep dasar aliran fluida (zat cair dan gas) bahwa peningkatan kecepatan pada suatu aliran zat cair atau gas, akan mengakibatkan penurunan tekanan pada zat cair atau gas tersebut. Artinya, akan terdapat penurunan energi potensial pada aliran fluida tersebut. Adapun berkaitan dengan hukum Bernoulli, suatu

fluida dikatakan mempunyai peningkatan kecepatan, jika fluida tersebut mengalir dari suatu bagian dengan tekanan tinggi menuju bagian lainnya yang bertekanan rendah. Sedangkan suatu fluida dikatakan mempunyai penurunan kecepatan, jika fluida tersebut mengalir dari suatu bagian bertekanan rendah, menuju bagian lain bertekanan tinggi (Cengel, 2006).

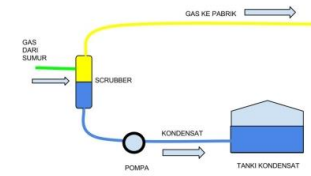
2.4. Pompa

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain melalui media pipa dengan menambahkan energi tambahan pada fluida yang dipindahkan, dan hal ini dilakukan secara terus menerus. Pompa menciptakan tekanan pada cairan, berdasarkan itu pompa harus mampu menciptakan tekanan cairan agar dapat mengalir atau bergerak. Cairan yang akan ditransfer tidak dapat dimampatkan atau tidak dapat dimampatkan. Dalam kondisi tertentu, pompa dapat digunakan untuk memindahkan padatan berupa serbuk atau serbuk. Prinsip kerja pompa adalah menyedot cairan dan menekannya. Pada sisi hisap (suction), elemen pompa menurunkan tekanan di dalam ruang pompa, sehingga timbul perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan cairan yang dihisap. Ini menyebabkan cairan mengalir ke ruang pompa. Elemen pompa cairan ini berfungsi untuk mendorong atau menekan, sehingga cairan mengalir melalui lubang tekanan menuju saluran tekanan (drain). Proses kerja ini berlanjut selama pompa bekerja. Pompa yang biasa digunakan untuk memindahkan kondensat di industri minyak dan gas adalah pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal adalah suatu mesin kinetis yang mengubah energi mekanik ke dalam energi hidrolik melalui aktivitas sentrifugal, yaitu tekanan fluida yang sedang di pompa. Selain itu pompa sentrifugal merupakan salah satu alat industri yang simpel, tetapi sangat diperlukan (Sularso, 1994).

2.5. Kavitasi

Kavitasi adalah gejala penguapan cairan yang mengalir ketika tekanan turun di bawah tekanan uap jenuh. Ketika cairan disedot ke sisi isap pompa, tekanan pada permukaan cairan turun, tekanan turun hingga tekanan uap jenuh, cairan menguap dan membentuk gelembung uap. Saat bergerak di sepanjang impeler, peningkatan tekanan menyebabkan gelembung uap pecah dan mengenai permukaan pompa. Jika gelembung-gelembung uap tersebut beraksi terus menerus pada permukaan pipa/pipa dalam waktu yang lebih lama, maka akan terbentuk lubang-lubang pada dinding pipa atau sering disebut sebagai erosi kavitasi. Efek lain dari kavitasi adalah kebisingan, getaran, dan penurunan kinerja pompa (Sularso, 1994).

Merupakan hidrokarbon cair yang didapatkan dari sumur gas atau sumur minyak bercampur gas. Dalam kondisi temperatur dan tekanan sekitar, kondensat ini bentuknya mirip dengan bensin dan mudah terbakar. Gas yang baru keluar dari sumur lapangan itu biasanya masih basah karena bercampur cairan hidrokarbon. Cairan kondensat dipisahkan dari gas melalui alat bernama separator atau *scrubber*. Bentuknya merupakan bejana bertekanan (*pressure vessel*) dan gas ini dilewatkan ke dalamnya. Skemanya ditunjukkan pada gambar berikut ini.



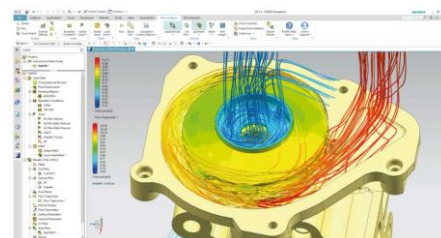
Gambar 1. Skema *condensate*

Kondensat dipisahkan dari gas supaya gasnya menjadi 'kering'. Waktu melewati *scrubber* maka kondensat ini akan terkumpul di bagian bawah *scrubber*. Kondensat yang terkumpul kemudian ditransfer ke tanki penampungan. Gas yang keluar dari *scrubber* yang sudah hilangkan kondensatnya menjadi kering tanpa ada cairan yang membuatnya basah. Kondisi gas yang kering ini aman untuk dilewatkan di kompresor yang digunakan menaikkan tekanannya. Butiran hidrokarbon cair bisa merusak kompresor.

2.6. Computing Fluid Dynamic

Computational Fluid Dynamics adalah ilmu yang mempelajari tentang analisa aliran fluida, perpindahan panas dan fenomena yang berkaitan dengan reaksi kimia dengan menyelesaikan persamaan-persamaan matematika dengan bantuan simulasi komputer, misalnya: fenomena meteorologi (angin, hujan dan badai), zat-zat berbahaya bagi lingkungan, aliran kompleks pada pertukaran panas dan reaktor kimia. Persamaan-persamaan aliran fluida dapat dideskripsikan dengan persamaan differensial parsial yang tidak dapat dipecahkan secara analitis kecuali dengan kasus yang spesial. Sehingga dibutuhkan suatu metode pendekatan untuk menentukan suatu hasil. CFD mampu menganalisis dan memprediksi dengan cepat dan akurat. *Computational* artinya segala sesuatu yang berhubungan dengan matematika dan metode numerik atau komputasi, sedangkan *fluid dynamic* artinya dinamika dari segala sesuatu yang mengalir. Ditinjau dari istilah diatas, CFD bisa berarti suatu teknologi komputasi yang memungkinkan peneliti untuk mempelajari dinamika dari benda-benda atau zat-zat yang mengalir.

Sebuah perangkat lunak CFD memberikan peneliti kekuatan mensimulasikan aliran fluida, perpindahan panas, perpindahan massa, benda-benda bergerak, aliran multifasa, reaksi kimia, interaksi fluida dengan struktur, dan sistem akustik dengan memodelkan di komputer seperti contohnya bisa dilihat pada gambar 2 Dengan menggunakan software ini peneliti dapat membuat *virtual prototype* dari sebuah sistem atau alat yang ingin peneliti analisis dengan menerapkan kondisi nyata di lapangan.



Gambar 2 Contoh penggunaan aplikasi *solidworks*

Software CFD akan memberikan peneliti data-data, gambar-gambar, atau kurva-kurva yang menunjukkan prediksi dari performansi keandalan sistem yang peneliti

desain. Hasil CFD sering berupa prediksi kualitatif meski terkadang kuantitatif (tergantung dari persoalan dan data yang di-input). CFD memungkinkan peneliti untuk melakukan "percobaan numerik" di dalam "laboratorium virtual". Manfaat CFD adalah *insight* (pemahaman mendalam), *foresight* (prediksi menyeluruh), dan *efficiency* (efisiensi waktu dan biaya). CFD memiliki pengaplikasian yang luas baik dibidang industri maupun non industri (Wiratama, 2019).

2.7. Software Solidwork

Solidwork merupakan software CAD, dimana hal tersebut dipercaya sebagai perangkat lunak untuk membantu proses desain suatu benda atau bangunan dengan mudah. Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang mengimplementasikan perangkat lunak solidworks. Keunggulan solidworks dari software CAD lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat diupgrade menjadi bentuk 3D. *Lay out* awal solidworks bisa dilihat seperti pada gambar 3 Selain itu pemakaiannya pun mudah karena memang dirancang khusus untuk mendesain benda sederhana maupun yang rumit sekali pun. Inilah yang membuat solidworks menjadi populer dan menggeser ketenaran software CAD lainnya.



Gambar 3 Lay out Solidworks

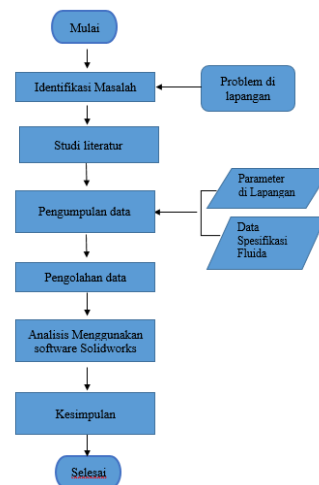
Solidworks dipakai banyak orang untuk membantu desain benda atau bangunan sederhana hingga yang kompleks. Solidworks banyak digunakan untuk merancang roda gigi, mesin mobil, casing ponsel dan lain-lain. Fitur yang tersedia dalam solidworks lebih *easy-to-use* dibanding dengan aplikasi CAD lainnya. Bagi mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan di jurusan teknik sipil, teknik industri dan teknik mesin sangat disarankan untuk mempelajari solidworks. Karena solidworks sangat sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yang mengambil tiga jurusan tersebut dan yang paling utama proses penggunaan solidworks lebih cepat dibanding vendor-vendor software CAD lain yang lebih dulu hadir. Dengan aplikasi solidworks juga dapat dilakukan simulasi pada desain yang telah buat dengan solidworks. Analisis kekuatan desain juga dapat dilakukan secara sederhana dengan solidworks. Dan yang paling penting, pada aplikasi ini bisa untuk membuat desain animasi menggunakan fitur yang telah disediakan solidworks.

SolidWorks Flow Simulation merupakan salah satu feature yang ditawarkan SolidWorks untuk aplikasi *Computational Fluid Dynamic* CFD. *SolidWorks Flow Simulation* melakukan perhitungan dan pertimbangan dari semua faktor karena perangkat lunak ini memahami bahwa geometri dan persamaan aliran berlaku pada 3 metode konservasi: massa, momentum, dan energi konservasi energi

menjadi bagian dari perhitungan termal. Dibutuhkan waktu lebih lama untuk menghitung koefisien perpindahan panas secara manual pada setiap permukaan kontak dengan fluida disekitarnya (Wiratama, 2019).

3. Metodologi

Pada penelitian ini langkah-langkah pengujian mengacu pada diagram alir sesuai dengan gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4 Diagram Alir Pnelitian

Penelitian dilakukan di *Onshore Processing Facilities* Balongan PHE ONWJ. Lokasi tersebut beralamat di Jalan Raya Kesambi / Wismajati – Balongan, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat 45217. Lokasi ini dipilih karena cukup merepresentatif untuk kebutuhan pemenuhan dalam penulisan tugas akhir ini.

Tahap penelitian dilakukan dengan cara Melakukan pengukuran parameter pompa dilapangan, untuk mendapatkan data aktual pompa yang terakhir.

Tabel 3.1 Pengukuran aktual pompa

Ukura n	Capacity (Q) m ³ /s	Speed (RPM)	Velocit y m/s	Pressure Psi	Temperat ure	Valve open
1	130,985	2953	5,9	61	21,0	40%
2	380,319	2951	17,2	52	21,0	70%
3	452,042	2953	20,5	39	21,5	100%

Kemudian melakukan analisis data dari parameter pompa dilapangan menggunakan aplikasi solidwork dengan memasukkan data *velocity* fluida.

Langkah analisa aliran yang dilakukan pada solidwork adalah sebagai berikut:

1. Membuka *file* gambar / model yang telah dibuat pada aplikasi solidwork.
2. setelah *file* gambar terbuka selanjutnya memilih *menu tab "Flow simulation"*.
3. kemudian klik *menu tools* -> pilih *menu create "lids"*. pilih permukaan *face 1*, -> sebagai *inlet*. pilih/klik permukaan sisi lainnya *face 2* -> sebagai *outlet*.
4. klik *menu tab tools* -> pilih *menu wizard*, Masukkan nama project pada kolom, contoh "*Pump 1*"
5. Menentukan unit sistem yaitu langkah pemilihan satuan yang akan digunakan, Pilih SI pada baris ke 5 kolom *Unit system*, lalu ganti Temperatur menjadi derajat C, Lalu klik "*Next*"

6. Langkah selanjutnya adalah Analysis Type yaitu langkah yang digunakan untuk menentukan laju aliran yang akan di analisis. Pada aplikasi dipilih internal, karena aliran yang terjadi berada di dalam sistem.
7. Menentukan *Default Fluid* yaitu, menentukan fluida apa yang akan digunakan dalam simulasi ini, memilih fluida methane karena menyesuaikan kondisi kandungan gas yang membentuk condensate.
8. Menentukan Wall condition, dimana ini digunakan untuk menentukan keadaan sekitar. Pada langkah ini Klik “Next” saja karena menggunakan setingan *default* Settingan *default* dipilih karena tidak ada lapisan khusus pada media yang dialiri fluida.
9. berikutnya menentukan *Initial condition* dimana ini adalah langkah menentukan kondisi yang dibutuhkan dalam *process flow simulation*. Pada bagian ini akan ditunjukkan parameter maksimal yang akan dibaca yaitu parameter *pressure* dan *temperature*.
10. Kemudian dimasukkan *boundary condition*, klik kanan *boundary condition* -> *insert boundary condition*.
11. Pilih “Lid” sisi inlet pompa sebagai inlet aliran, dan discharge sebagai outlet aliran. Pada face 1 yang sudah ditentukan sebagai inlet, masukkan nilai inlet velocity.
12. Pada face 1/ outlet pump, masukkan boundary condition “environment pressure”.
13. Kemudian masukkan goals dengan cara klik kanan -> insert surface goals.
14. Kemudian pilih permukaan sisi inlet, lalu dilakukan checklist pada kolom Mass Flow.
15. Kemudian menentukan surface goal untuk sisi discharge/ outlet. Langkah yang dilakukan adalah klik kanan pada goals, kemudian insert surface goal.
16. Kemudian masukkan equation goals, dengan cara klik kanan pada goals, lalu pilih “Insert Equation Goals”.
17. Setelah itu persamaan yang dimasukkan adalah: {SG Mass Flowrate 1}/ {CAD AREA}
18. Kemudian pada project Pump 1, klik kanan dan pilih “Run”. Aplikasi akan melakukan pengolahan data yang sudah dimasukkan
19. Kemudian masukkan flow yang akan menjadi simulasi dari fluida. Langkah yang dilakukan adalah dengan cara klik kanan pada “Flow Trajectory”, kemudian insert.
20. Pilih inlet, untuk menentukan darimana simulasi fluida tersebut akan masuk. Hal ini berkaitan dengan penentuan boundary condition yang sudah masukkan sebelumnya.
21. Kemudian pilih tampilan aliran yang akan disimulasikan.
22. Setelah itu, pilih parameter yang akan ditampilkan. Seperti misal parameter pressure, velocity, atau temperature.
23. Kemudian klik finish, maka pada aplikasi akan muncul simulasi aliran sesuai data yang sudah masukkan pada langkah sebelumnya. Aliran fluida akan muncul.

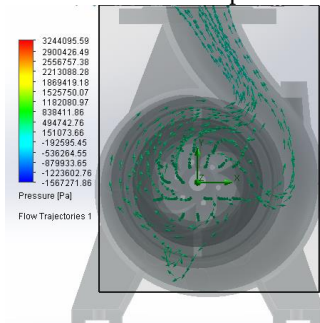
4. Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan data velocity fluida antara 5,9 m/s; 17,2 m/s dan 20,5 m/s gunakan sebagai kecepatan pada aplikasi sehingga diperoleh hasilnya sebagai berikut:

A. Hasil Simulasi dengan Velocity fluida 5,9 meter per second.

1. Pressure

Hasil dari percobaan simulasi dengan menampilkan data parameter *pressure* bisa diamati pada Gambar 5

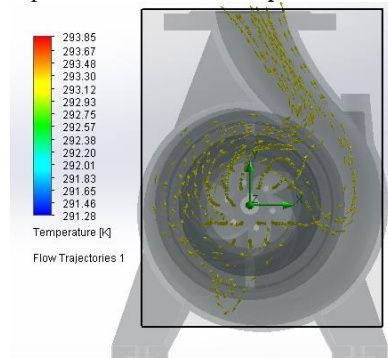


Gambar 5 Hasil simulasi 1 *pressure* pompa

Hasil simulasi yang sudah dilakukan, dengan menggunakan data *velocity fluida* sebesar 5,9 m/s. Diperoleh data *pressure/ tekanan* dari simulasi solidworks. *Pressure* dalam pompa yang berada pada *impeller* sebesar 838411,86 Pa. Jika dikonversikan ke dalam Psi adalah sebesar 121 Psi. Tekanan *discharge* pompa pada simulasi adalah sebesar 494742,76 Pa. Jika dikonversikan ke dalam Psi adalah sebesar 71,7 Psi.

2. Temperature

Hasil dari percobaan simulasi dengan menampilkan data parameter *temperature* bisa diamati pada Gambar 6.



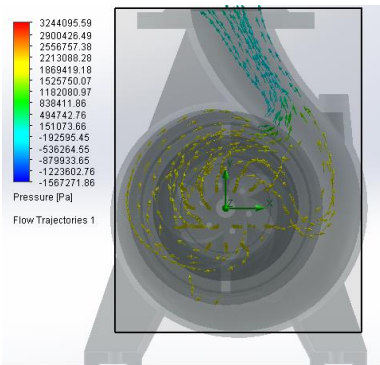
Gambar 6 Hasil simulasi 1 *temperature* pompa

Pada Gambar 4.2 temperatur di ruang pompa dan *impeller* rata- rata stabil antara 293,12 K atau setara dengan 19,97 °C. Sedangkan untuk temperatur tertinggi yang berada pada *discharge* pompa yaitu 293,30 K atau setara dengan 20,1 °C.

B. Velocity fluida 17,2 meter per second.

1. Pressure

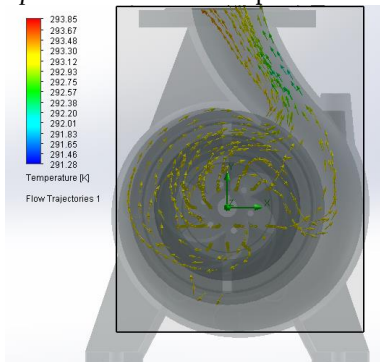
Hasil dari percobaan simulasi dengan menampilkan data parameter *pressure* bisa diamati pada Gambar 7.

Gambar 7 Hasil simulasi 2 *pressure* pompa

Dari hasil simulasi yang sudah dilakukan, dengan menggunakan data *velocity fluida* sebesar 17,2 m/s. Diperoleh data *pressure/ tekanan* dari simulasi *solidworks*. *Pressure* dalam pompa yang berada pada *impeller* sebesar 2213088,28 Pa. Jika dikonversikan ke dalam Psi adalah sebesar 320,98 Psi. Tekanan *discharge* pompa pada simulasi adalah sebesar 494742,76 Pa. Jika dikonversikan kedalam Psi adalah sebesar 71,76 Psi.

2. Temperature

Hasil dari percobaan simulasi dengan menampilkan data parameter *temperature* bisa diamati pada Gambar 8.

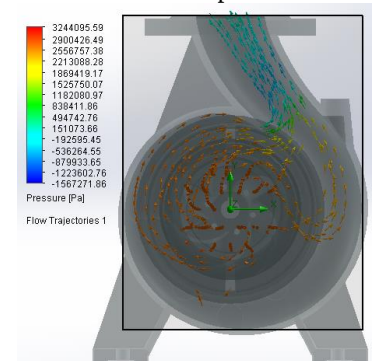
Gambar 8 Hasil simulasi 2 *temperature* pompa

Pada Gambar 4.4 *temperature* pada ruang pompa dan *impeller* berada di suhu 293,12 K atau setara dengan 19,97 °C. Sedangkan untuk *temperature* tertinggi berada pada *discharge* pompa yaitu 293,67 K atau setara dengan 20,5 °C.

C. Velocity fluida 20,5 meter per second.

1. Pressure

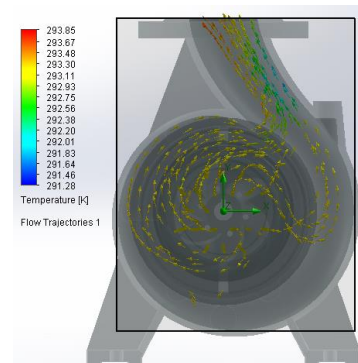
Hasil dari percobaan simulasi dengan menampilkan data parameter *pressure* bisa diamati pada Gambar 9.

Gambar 9 Hasil simulasi 3 *pressure* pompa

Pada Gambar 4.3 diperoleh hasil simulasi yang sudah dilakukan, dengan menggunakan data *velocity fluida* sebesar 20,5 m/s. Didapatkan data *pressure/ tekanan* dari simulasi *solidworks*. *Pressure* dalam pompa yang berada pada *impeller* sebesar 3244095,59 Pa. Jika dikonversikan ke dalam Psi adalah sebesar 470 Psi. Tekanan *discharge* pompa pada simulasi adalah sebesar 151073,66 Pa. Jika dikonversikan kedalam Psi adalah sebesar 21,9 Psi.

3. Temperature

Hasil dari percobaan simulasi dengan menampilkan data parameter *temperature* bisa diamati pada Gambar 10.

Gambar 10 Hasil simulasi 3 *temperature* pompa

Pada Gambar 4.6 *temperature* pada ruang pompa dan *impeller* berada pada suhu 293,11K atau 19,96 °C. Sedangkan untuk *temperature* yang berada pada *discharge* pompa yaitu 293,85 K atau 20,7 °C.

Berdasarkan *velocity* yang telah ditentukan sebagai acuan untuk simulasi di aplikasi *solidwork*, diperoleh data dari hasil simulasi tersebut. Data yang diperoleh akan dilakukan perbandingan dengan data performa pompa secara aktual supaya bisa diperoleh kesimpulan dari pengujian tersebut.

Performa pompa ditinjau dari *pressure* aliran yang diamati di lapangan dan simulasi pada aplikasi *solidworks* bisa diamati pada Tabel 4.1. Perbandingan data *pressure* pada simulasi dan aktual di lapangan diperoleh sebagai berikut

Tabel 4.1 Perbandingan data *pressure* aktual dan simulasi

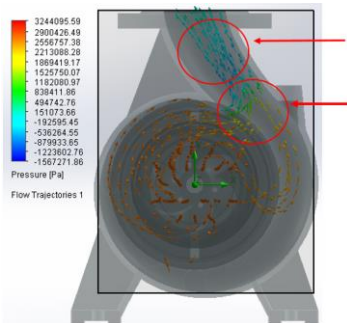
Velocity (m/s)	<i>pressure</i>		
	Aktual (Psi)	Simulasi di <i>Impeller</i> (Psi)	Simulasi di <i>Discharge</i> (Psi)
5,9	61	121	71,70
17,2	52	320,98	71,76
20,5	39	470	21,9

Pada Tabel 4.1 perbandingan *pressure* antara kondisi performa pompa secara aktual dan pada simulasi bisa dilihat ketika kecepatan aliran sebesar 5,9 m/s *pressure* aktual pompa sebesar 61 Psi. Untuk simulasi pada aplikasi diperoleh *pressure* di *impeller* sebesar 121 Psi dan pada *discharge* 71,70 Psi. Pada kecepatan 17,2 m/s *pressure* aktual pompa sebesar 52 Psi. Terjadi penurunan *pressure*

karena terdapat perubahan pada settingan *valve* dan perubahan pada kecepatan aliran fluida. Untuk simulasi pada aplikasi diperoleh *pressure* di *impeller* sebesar 320,98 Psi, dan pada *discharge* 71,76 Psi. *Pressure discharge* di simulasi tidak melebihi *range* kondisi operasional pompa di lapangan.

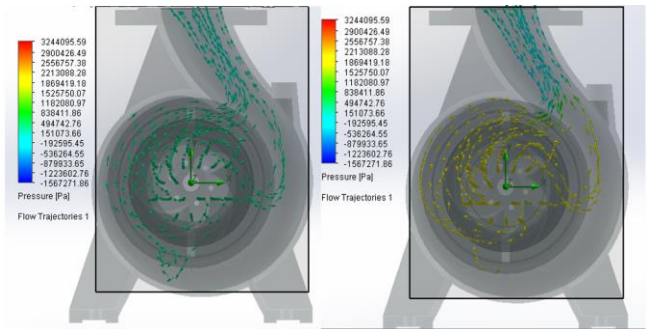
Pada kecepatan 20,5 m/s *pressure* aktual pompa sebesar 39 Psi. *Discharge* pompa mengalami penurunan karena adanya perubahan bukaan *valve* sehingga menyebabkan kecepatan aliran meningkat. Bukaan *valve* 100% menyebabkan penurunan *pressure* pada *discharge*. Penurunan *pressure* dari 52 Psi ke 39 Psi sebesar 75%. Hal tersebut terjadi adanya fenomena *low discharge pressure* pada pompa yang bisa menyebabkan kavitasi pada pompa apabila dioperasikan dalam jangka waktu yang lama. Untuk simulasi pada aplikasi diperoleh *pressure* di *impeller* sebesar 470 Psi, dan pada *discharge* sebesar 21,9 Psi. Jika sesuai simulasi dibandingkan dengan kondisi operasional pompa di lapangan maka *pressure discharge* sebesar 21,9 Psi sudah melebihi *range pressure* operasional pompa/ *low pressure discharge*.

Pada simulasi dengan kecepatan bisa diamati bahwa pada pompa terjadi beberapa perbedaan warna. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan nilai tekanan fluida yang dialirkan pompa. Sehingga bisa diamati bahwa aliran yang terjadi tidak *laminer*. Aliran yang tidak *laminer* tersebut bisa diamati pada Gambar 11.



Gambar 11 Aliran tidak stabil pada pompa

Aliran yang turbulen mengindikasikan suatu fluktuasi yang acak, atau tidak stabil pada fluida (Sularso, 1994). Turbulensi yang terjadi pada aliran pompa tersebut bisa menyebabkan kavitasi pada pompa. Kavitasi terjadi ketika tekanan pada zat cair turun, dan tekanannya turun sampai pada tekanan uap jenuhnya, maka cairan akan menguap dan membentuk gelembung uap. Selama bergerak sepanjang *impeller*, kenaikan tekanan akan menyebabkan gelembung uap pecah dan menumbuk permukaan pompa (Sularso, 1994). Sedangkan untuk percobaan pertama dengan kecepatan 5,9 m/s dan kecepatan 17,2 m/s tidak terjadi fluktuasi pada aliran fluidanya. Seperti pada gambar 12.



Gambar 12 Aliran *laminer* pada percobaan 1 dan 2
Kemudian performa pompa ditinjau dari *temperature* yang diamati di lapangan dan simulasi pada aplikasi solidworks bisa diamati pada Tabel 4.2. Perbandingan data *temperature* pada simulasi dan aktual di lapangan diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perbandingan data *temperature* aktual dan simulasi

Velocity (m/s)	Temperature		
	Aktual (°C)	Simulasi di <i>Impeller</i> (°C)	Simulasi di <i>Discharge</i> (°C)
5,9	21,0	19,97	20,1
17,2	21,0	19,97	20,5
20,5	21,5	19,96	20,7

Pada tabel 4.2 data *temperature* yang sudah diambil, diperoleh bahwa kondisi aktual yaitu pada kecepatan 5,9 m/s dan 17,2 m/s sebesar 21,0 °C. Pada kecepatan 20,5 m/s sebesar 21,5 °C. Dengan simulasi di solidwork diperoleh nilai *temperature* pada kecepatan 5,9 m/s dan 17,2 m/s sebesar 19,97 °C pada *impeller*. Untuk di *discharge* pompa dengan kecepatan 5,9 m/s sebesar 20,1 °C dan kecepatan 17,2 m/s sebesar 20,5 °C. Pada kecepatan 20,5 m/s *temperature* pada simulasi di *impeller* sebesar 19,96 °C, dan untuk *discharge* sebesar 20,7°C. Pada *discharge* pompa *temperature* mengalami peningkatan karena ada konveksi paksa akibat dari adanya gerakan pada *impeller* untuk mendorong fluida (Umar Faruk, Kamiran 2012). Untuk *range temperature* operasional pompa di lapangan yaitu antara 15 °C sampai 45 °C.

5. Kesimpulan

Performa pompa mengalami perubahan berdasarkan variasi kecepatan yang diterapkan. Hal tersebut juga dibuktikan dengan simulasi yang sudah dilakukan sesuai dengan kecepatan yang diterapkan aktual di lapangan. Perubahan kecepatan aliran fluida mempengaruhi temperatur, tekanan pada sisi *impeller*, dan *discharge* pompa. Pada kecepatan fluida antara 5,9 m/s sampai 17,2 m/s performa pompa ditinjau dari *temperature* dan *pressure discharge* masih normal baik pada simulasi dan kondisi aktual. Pada kecepatan fluida 20,5 m/s *discharge* aktual pompa yang mengalami *pressure drop* dari 52 Psi menjadi 39 Psi. Persentasi penurunan *pressure* sebesar 75%. Persentase tersebut menandakan adanya *pressure drop* yang signifikan. Kondisi tersebut bisa menyebabkan kavitasi dan meningkatkan temperatur pompa sehingga perlu adanya pengaturan kecepatan alir fluida yang masuk ke pompa

dengan batasan kecepatan 5,9 m/s sampai 17,2 m/s untuk memperpanjang life time pompa.

Daftar Pustaka

- Arijanto 2015. "ANALISIS PENGARUH KEKENTALAN FLUIDA AIR DAN MINYAK KELAPA PADA PERFORMANSI POMPA SENTRIFUGAL" dalam: Jurnal Teknik Mesin S-1 Universitas Diponegoro, 3 (2): 212-219. Semarang: Universitas diponegoro semarang.
- Cengel, Yunus A 2006 "FLUID MECHANICS: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS" The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Erlangga, Hakim 2016. "ANALISIS KEBUTUHAN DAYA POMPA TRANSFER KONDENSAT DI PT. PERTAMINA EP ASSET 2" dalam: Jurnal Teknik Mesin. Politeknik Negri Banjarmasin.
- SULARSO, HARUO TAHARA 1994 "Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan" PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Tim Meindo 2014 "Performance test condensate tranfer pump OPF Balongan" dalam : Jurnal pengujian performance pump, Pertamina Hulu Energi ONWJ.
- Tim SKK Migas 2015. "SKK Migas: Apakah Kondensat itu", ([https://www.kompasiana.com/hroes/554ae3bc147b61d0048b4571/skk-migas-dijerat-kondensat-oleh-bareskrim-apakah-kondensat-itu,diakses-pada:7 Juli 2021](https://www.kompasiana.com/hroes/554ae3bc147b61d0048b4571/skk-migas-dijerat-kondensat-oleh-bareskrim-apakah-kondensat-itu,diakses-pada:7%20Juli%202021)).
- Umar Faruk, Kamiran 2012 "Analisis Pengaruh Aliran Turbulen Terhadap Karakteristik Lapisan Batas pada Pelat Datar Panas" dalam : JURNAL SAINS DAN SENI ITS Vol. 1, No. 1