

TUGAS AKHIR - ME184834

PERANCANGAN DAN ANALISA ALIRAN UDARA DENGAN PENGERING KELEMBAPAN GEL SILIKA SEBUAH TANGKI BAHAN BAKAR BIODIESEL PADA MOTOR DIESEL 125 kW

KHILAL AURA MAULANA NRP. 04211640000031

Dosen Pembimbing Ir. Aguk Zuhdi M. Fathallah., M.Eng., Ph.D.

Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - ME184834

PERANCANGAN DAN ANALISA ALIRAN UDARA DENGAN PENGERING KELEMBAPAN GEL SILIKA SEBUAH TANGKI BAHAN BAKAR BIODIESEL PADA MOTOR DIESEL 125 kW

Khilal Aura Maulana NRP. 04211640000031

Dosen Pembimbing Ir. Aguk Zuhdi M. Fathallah., M.Eng., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020



TUGAS AKHIR - ME184834

DESIGN AND ANALYSIS AIR FLOW WITH SILICA GEL AS HUMIDITY DRYER IN FUEL TANK OF BIODIESEL ON DIESEL ENGINE 125 kW

Khilal Aura Maulana NRP. 04211640000031

Supervisor Ir. Aguk Zuhdi M. Fathallah., M.Eng., Ph.D.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2020

Lembar Pengesahan

PERANCANGAN DAN ANALISA ALIRAN UDARA DENGAN PENGERING KELEMBAPAN GEL SILIKA SEBUAH TANGKI BAHAN BAKAR BIODIESEL PADA MOTOR DIESEL 125 KW

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Bidang Studi *Marine Power Plant* (MPP) Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

> Oleh: Khilal Aura Maulana NRP. 04211640000031

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Aguk Zuhdi M. Fathallah., M.Eng., Ph.D. NIP. 195605191986101001

((m)

SURABAYA AGUSTUS 2020

Lembar Pengesahan

PERANCANGAN DAN ANALISA ALIRAN UDARA DENGAN PENGERING KELEMBAPAN GEL SILIKA SEBUAH TANGKI BAHAN BAKAR BIODIESEL PADA MOTOR DIESEL 125 KW

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Bidang Studi *Marine Power Plant* (MPP) Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember

> Oleh: Khilal Aura Maulana NRP. 04211640000031

PENDIDIKAN DAN Disetujui Oleh, pala Departemen Teknik Sistem Perkapalan ASTITUT DEPARTEMEN PERBORY Cabyono, ST, MT, Ph.D. NIP 197903192008011008

SURABAYA, AGUSTUS 2020

PERANCANGAN DAN ANALISA ALIRAN UDARA DENGAN PENGERING KELEMBAPAN GEL SILIKA SEBUAH TANGKI BAHAN BAKAR BIODIESEL PADA MOTOR DIESEL 125 kW

Nama mahasiswa	: Khilal Aura Maulana
NRP	: 04211640000031
Departemen	: Teknik Sistem Perkapalan - ITS
Pembimbing	: Ir. Aguk Zuhdi M. Fathallah., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Pertumbuhan mikroba pada bahan bakar dapat memberikan efek terjadinya pembentukan lapisan gel, terbentuknya biofilm dan penumpukan sludge pada filter mesin yang akan menyebabkan pemampatan. Kelembapan merupakan salah satu kebutuhan makro untuk mikroba melakukan pertumbuhan. Kondisi lembap pada tangki merupakan kondisi yang ideal untuk mikroba melakukan reproduksi. Untuk meminimalisir pertumbuhan mikroba, dapat dilakukan dengan mengontrol kelembapan pada tangki menggunakan gel silika sebagai zat penyerap air yang berada pada udara bebas sebelum memasuki tangki. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aliran udara pada model tangki bahan bakar biodiesel untuk motor diesel 125kW dengan modifikasi tambahan sistem gel silika. Simulasi menggunakan Computational Fluid Dynamics (SolidWorks 2016) untuk mengetahui bentuk aliran fluida yang ideal. Percobaan ini dilakukan dengan modifikasi sistem gel silika yang berperan sebagai zat pengering dan penghambat bagi aliran fluida udara yang dilengkapi dengan sistem heater dan blower. Dengan menggunakan gel silika, kelembapan pada tangki dapat berubah akibat adanya udara kering yang akan terdistribusi pada tangki bahan bakar. Variasi kecepatan pada udara vang memasuki model tangki bahan bakar biodiesel diatur mendekati nol (0.001, 0.003, dan 0.005 m/s). Pada setiap kecepatan, fluida akan disimulasikan dengan kapasitas volume tangki 80% dan 90%. CFD memprediksi area pada sistem gel silika serta menciptakan pola aliran fluida yang ideal. Pengaturan kecepatan terbaik dalam proses distribusi aliran udara dicapai pada saat kecepatan 0.003 m/s. Hasil simulasi CFD menunjukkan bahwa semakin sedikit volume tangki bahan bakar biodiesel, akan dapat mendistribusikan fluida secara lebih luas dan merata ke seluruh bagian pada tangki untuk setiap variasi kecepatan.

Kata Kunci: biodiesel, CFD, fluida, gel silika, tangki.

DESIGN AND ANALYSIS AIRFLOW WITH SILICA GEL AS HUMIDITY DRYER IN FUEL TANK OF BIODIESEL ON DIESEL ENGINE 125 KW

Name
NRP
Departement
Supervisor

: Khilal Aura Maulana : 04211640000031 : Marine Engineering - ITS : Ir. Aguk Zuhdi M. Fathallah., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

Microbial growth in the fuel can affect the formation of a gel layer, the formation of biofilms, and the build-up of sludge on the engine filter which will cause blockage. Humidity is one of the macro needs of microbes to grow. Humid conditions in the tank are ideal conditions for microbes to reproduce. To minimize microbial growth, it can be done by controlling the humidity in the tank using silica gel as a water-absorbent in free air before entering the tank. This study aims to analyses the airflow in a biodiesel fuel tank model for a 125kW diesel engine with additional modifications to the silica gel system. The simulation uses Computational Fluid Dynamics (SolidWorks 2016) to find out the ideal form of fluid flow. This experiment was carried out with a modification of the silica gel system which acts as humidity control and resistance for the air-fluid flow which is equipped with a heater and blower system. By using silica gel, the humidity in the tank can be changed due to the presence of dry air that will be distributed to the fuel tank. The variation of velocity in the air entering the biodiesel fuel tank model is set to close to zero (0.001, 0.003, and 0.005 m/s). At each speed, the fluid will be simulated with a tank volume capacity of 80% and 90%. CFD can predict areas in the silica gel system and create an ideal fluid flow pattern. The best velocity in the airflow distribution process is achieved at 0.003 m/s. CFD simulation results show that the less volume space of the air in the biodiesel fuel tank, could be able to distribute fluid more widely and evenly throughout all parts of biodiesel surface on the tank for each speed variation.

Kata Kunci: biodiesel, CFD, fluids, Silica gel, tank.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT berkat limpahan rahmat, hidayah dan bimbingan-Nya sehingga skripsi dengan judul "Perancangan dan Analisa Aliran Udara Dengan Pengering Kelembapan Gel Silika Sebuah Tangki Bahan Bakar Biodiesel Pada Motor Diesel 125 kW" dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Peneliti menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu Peneliti mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1. Bapak Drs. Munawar Kholil dan Ibu Daeng Nurlailah sebagai orang tua Peneliti yang tiada hentinya mendukung Peneliti serta memberikan doa, masukan, serta dukungan baik secara moral maupun material kepada Peneliti.
- 2. Bapak Ir. Aguk Zuhdi Muhammad Fathallah, M.Eng., Ph.D. sebagai dosen pembimbing yang selalu mengarahkan dan memberi masukan kepada Peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir.
- 3. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D. selaku Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan dan selaku dosen wali yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan perkuliahan ini.
- 5. Kawan seperjuangan dan seangkatan Voyage'16 yang selalu mendukung mencetak pola pikir terdepan hingga Peneliti mampu menyelesaikan skripsi dengan baik dan lancar.
- 6. Para anggota Laboratorium MPP yang selalu menemani dan memotivasi Peneliti.
- 7. Serta semua pihak yang tidak bisa Peneliti sebutkan satu per satu.

Peneliti menyadari pula bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu perlunya saran dan masukan demi membangun kebaikan dan kemajuan skripsi ini. Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya.

Surabaya, Juli 2020 Peneliti

Lembar l	Pengesahani
Lembar l	Pengesahaniii
ABSTRA	AKv
ABSTRA	ACTvii
KATA P	ENGANTARix
DAFTAI	R ISIxi
DAFTAI	R TABELxv
DAFTAI	R GAMBARxvii
BAB I P	ENDAHULUAN1
1.1	Latar Belakang1
1.2	Rumusan Masalah2
1.3	Tujuan Penelitian2
1.4	Batasan Masalah2
1.5	Manfaat2
BAB II '	TINJAUAN PUSTAKA
2.1	Biodiesel
2.2	Kelembapan Udara di Perairan Indonesia4
2.3	Computational Fluid Dynamics (CFD)5
2.4	Kapal 30 GT6
2.5	Dehumidifier
2.6	Gel Silika9
2.7	Design Requirement
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN11
3.1	Metode
3.2	Latar Penelitian
3.3	Hipotesis Penelitian
3.4	Design Requirement Sistem Bahan Bakar Biodiesel
3.5	Diagram Alur

DAFTAR ISI

3.5.1 Desain Diagram Skematik Model Tangki	14
3.5.2 Data Motor Diesel	14
3.5.3 Perhitungan Total Volume Fuel Tank	15
3.5.4 Pembuatan Komponen-Komponen Model	16
3.5.5 Assembly Model	18
3.5.6 Simulasi CFD (Flow Simulation)	19
3.5.7 Pengambilan Data	23
3.5.8 Analisa Simulasi	23
3.5.9 Kesimpulan Simulasi	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Analisa Simulasi Aliran Udara Pada Tangki Dengan Volume 80%	25
4.1.1. Kecepatan Aliran 0.001 m/s Dengan Volume Tangki 80%	25
4.1.2 Kecepatan Aliran 0.003 m/s Dengan Volume Tangki 80%	27
4.1.3 Kecepatan Aliran 0.005 m/s Dengan Volume Tangki 80%	29
4.2 Analisa Simulasi Aliran Udara Pada Tangki Dengan Volume 90%	
4.2.1. Kecepatan Aliran 0.001 m/s Dengan Volume Tangki 90%	
4.2.2. Kecepatan Aliran 0.003 m/s Dengan Volume Tangki 90%	
4.2.3. Kecepatan Aliran 0.005 m/s Dengan Volume Tangki 90%	
4.3 Analisa Variasi Kecepatan Terhadap Perubahan Tekanan dan Kecepata	n Pada
Sistem Gel Silika	35
4.3.1. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 n	n/s dan
Volume 80%	
4.3.2. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 1	n/s dan
Volume 80%	37
4.3.3. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 i	n/s dan
Volume 80%	
4.3.4. Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m	/s pada
Volume 80% Terhadap Perubahan Tekanan Pada Sistem Gel Silika	40
4.4.5 Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m	/s pada
Volume 80% Terhadap Perubahan Kecepatan Pada Sistem Gel Silika	41
4.4.6. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 i	n/s dan
Volume 90%	
4.4.7. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 t	m/s dan
	11.5 441
Volume 90%	
Volume 90% 4.4.8. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 1 Valuma 000/	
Volume 90% 4.4.8. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 r Volume 90%	
 Volume 90%	44 n/s dan 45 /s pada

4.4.10. Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s p Volume 90% Terhadap Perubahan Kecepatan Pada Sistem Gel Silika	oada 47
4.4 Analisa Variasi Kecepatan Terhadap Perubahan Temperatur Pada Sis	stem
Heater	48
 4.4.1. Kecepatan Aliran 0.001 m/s Pada Sistem <i>Heater</i>	49 51 54 bada 56
4.5 Pembahasan	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63
BIODATA PENELITI	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Perbandingan Standar SNI 7182-2015 dan B30	3
Tabel 2. 2. Principal Dimensions Kapal Perikanan KM INKA MINA 957	8
Tabel 3. 1. Spesifikasi Motor Diesel Yanmar 6CH-HTE3 dan Gearbox YX-71	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pembentukan Sludge Pada Dinding Purifier dan Perbesaran Mikroba4	4
Gambar 2. 2. Persebaran Kelembapan di Indonesia Tahun 2015	4
Gambar 2. 3. General Settings untuk Flow Simulation	5
Gambar 2. 4. Solver pada CFD	5
Gambar 2. 5. Kapal Perikanan KM INKA MINA 957	7
Gambar 2. 6. Skema Kerja Dehumidifier untuk Ruang Kargo	3
Gambar 3. 1. Diagram Alur Penelitian13	3
Gambar 3. 2. Desain Diagram Skematik14	4
Gambar 3. 3. Motor Diesel Yanmar 6CH-HTE314	4
Gambar 3. 4. Desain Model Tangki Bahan Bakar Biodiesel10	5
Gambar 3. 5. Blower	7
Gambar 3. 6. Heater	7
Gambar 3. 7. Gel Silika18	3
Gambar 3. 8. Asembly Model Tangki Bahan Bakar19)
Gambar 3. 9. Pengaturan Unit System)
Gambar 3. 10. Pengaturan Analysis Type dan Phisical Features)
Gambar 3. 11. Pengaturan Penggunaan Jenis Fluida21	1
Gambar 3. 12. Lid dan Computational Domain pada Model22	2
Gambar 3. 13. Pembuatan Mesh22	2
Gambar 4. 1. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Varias	;i
Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%)2	5
Gambar 4. 2. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Varias	i
Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%)20	5
Gambar 4. 3. Persebaran Tekanan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dar	n
Volume 80%)	5
Gambar 4. 4. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Varias	i
Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%)2'	7
Gambar 4. 5. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Varias	i
Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%)28	3
Gambar 4. 6. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.003 m/	s
dan Volume 80%)23	8
Gambar 4. 7. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Kecepatan (Varias	i
Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80%))
Gambar 4. 8. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Tekanan (Varias	i
Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80%))
Gambar 4. 9. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.005 m/	s
dan Volume 80%)	0
Gambar 4. 10. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Varias	i
Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%)	l
Gambar 4. 11. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Varias	i
Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%)3	l

Gambar 4. 12. Persebaran Tekanan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.001 m/s
dan Volume 90%)
Gambar 4. 13. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Kecepatan
(Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%)
Gambar 4. 14. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi
Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%)
Gambar 4. 15. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.003 m/s
dan Volume 90%)
Gambar 4. 16. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Variasi
Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%)
Gambar 4. 17. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi
Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%)
Gambar 4. 18. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.005 m/s
dan Volume 90%)
Gambar 4. 19. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan
Volume 80% (Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 20. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan
Volume 80% (Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 21. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan
Volume 80% (Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 22. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan
Volume 80% (Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 23. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan
Volume 80% (Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 24. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan
Volume 80% (Sistem Gel Silika)40
Gambar 4. 25. Perbandingan Tekanan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 80%
(Sistem Gel Silika)41
Gambar 4. 26. Perbandingan Kecepatan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 80%
(Sistem Gel Silika)42
Gambar 4. 27. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan
Volume 90% (Sistem Gel Silika)43
Gambar 4. 28. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan
Volume 90% (Sistem Gel Silika)43
Gambar 4. 29. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan
Volume 90% (Sistem Gel Silika)44
Gambar 4. 30. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan
Volume 90% (Sistem Gel Silika)45
Gambar 4. 31. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan
Volume 90% (Sistem Gel Silika)45
Gambar 4. 32. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan
Volume 90% (Sistem Gel Silika)46

Gambar 4. 33. Perbandingan Tekanan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 90%
(Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 34. Perbandingan Kecepatan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 90%
(Sistem Gel Silika)
Gambar 4. 35. Simulasi Aliran Gas Buang pada Heater
Gambar 4. 36. Penyebaran Fluida dengan Parameter Kecepatan Pada Sistem Heater
(Variasi Kecepatan 0.001 m/s)
Gambar 4. 37. Persebaran Temperatur Pada Sistem Heater (Variasi Kecepatan 0.001
m/s)
Gambar 4. 38. Grafik Perubahan Temperatur Pada Sistem Heater Dengan Variasi
Kecepatan 0.001 m/s
Gambar 4. 39. Penyebaran Fluida dengan Parameter Kecepatan Pada Sistem Heater
(Variasi Kecepatan 0.003 m/s)
Gambar 4. 40. Persebaran Temperatur Pada Sistem Heater
Gambar 4. 41. Grafik Perubahan Temperatur Pada Sistem Heater Dengan Variasi
Kecepatan 0.003 m/s
Gambar 4. 42. Penyebaran Fluida dengan Parameter Kecepatan Pada Sistem Heater
(Variasi Kecepatan 0.005 m/s)
Gambar 4. 43. Persebaran Temperatur Pada Sistem Heater
Gambar 4. 44. Grafik Perubahan Temperatur Pada Sistem Heater Dengan Variasi
Kecepatan 0.005 m/s
Gambar 4. 45. Perbandingan 3 Variasi Kecepatan pada Sistem Heater Terhadap
Perubahan Temperatur

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan permintaan energi di dunia meningkat setiap tahun, sehingga menyebabkan penggunaan bahan bakar berbasis minyak bumi sangat tinggi. Sumber daya minyak bumi yang masih ada hanya cukup sekitar 50 tahun dari sekarang. Kenyataan ini memaksa manusia untuk menemukan sumber energi lain yang dapat dimanfaatkan dengan skala internasional. Meskipun terbatas, salah satu sumber alternatif adalah bahan bakar berbasis bio, terutama biodiesel (Karmee *and* Chadha, 2005).

Penggunaan *fuel* dari bahan dasar fossil menghasilkan jumlah energi yang besar ketika proses pembakaran. Namun karena ketersediaan bahan bakar dapat habis dan untuk menekan konsumsi tersebut, pemerintah Indonesia mewajibkan dalam penggunaan bahan bakar B-30 (biodiesel). Hal ini didukung dengan potensi alam yang ada di Indonesia, dengan memanfaatkan keanekaragaman kekayaan hayati dan tumbuhan yang berpotensi sebagai penghasil minyak nabati.

Biodiesel bersifat ramah lingkungan dan memiliki sifat terdegradasi oleh alam sehingga tidak menimbulkan polusi udara. Sehingga pengenalan skala besar pada sektor bahan bakar dapat menghasilkan peningkatan penggunaan biodiesel yang signifikan. Hal ini dapat menyebabkan berbagai tantangan seperti *fouling, oil degradation*, dan peningkatan *steel corrosion* (Sørensen *et al.*, 2011).

Biodiesel merupakan solusi untuk permasalahan bahan bakar saat ini, karena dengan memanfaatkan minyak nabati. Biodiesel menjadikan jenis bahan bakar alternatif dan dapat digunakan dalam pencampuran dengan bahan bakar minyak bumi. Di sisi positif penggunaan biodiesel yaitu dapat menekan penggunaan bahan bakar dari *fossil*. Sedangkan pada sisi lainnya, penggunaan biodiesel dapat merugikan karena minyak nabati mengandung air dan mikroba. Hal tersebut dapat menyebabkan pemampatan pada filter *engine* diikuti terjadinya kerusakan pada *internal engine*, dan pembiayaan yang lebih untuk *maintenance* (Zhou *et al.*, 2017).

Mikroba merupakan organisme yang berukuran mikroskopik dan persebaran dalam biodiesel sudah tidak bisa dihindarkan. Penggunaan bahan bakar biodiesel (B20) dalam penelitian membuktikan adanya pembentukan *sludge* yang berlebih dan menyebabkan penyumbatan pada filter mesin (Zhang *et al.*, 2011). Kelembapan merupakan kondisi lingkungan yang dibutuhkan mikroba untuk melakukan pertumbuhan. Pengurangan kelembapan pada lingkungan dapat menggunakan *dehumidifier*. Dalam *dehumidifier* terdapat jenis desikan yang dapat menyerap uap air pada udara bebas sehingga udara yang dikeluarkan oleh *dehumidifier* dapat lebih kering (Oueslati, 2017).

Gel silika sebagai desikan dapat digunakan dalam mengurangi kelembapan pada udara, sehingga dapat digunakan dalam meminimalisir pertumbuhan mikroba pada biodiesel. Pada penelitian ini, pembuatan model tangki bahan bakar biodiesel dilakukan dengan modifikasi sistem gel silika pada SolidWorks 2016. Dengan adanya sistem gel silika pada model tangki, tingkat kelembapan dapat tersirkulasi dengan udara kering sehingga pertumbuhan mikroba dapat diminimalisir. Simulasi *flow* analisis akan dilakukan untuk mengetahui aliran fluida yang akan terbentuk pada model tangki. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan aliran fluida yang baik dan ideal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang penulis uraikan diatas, maka penulis mengangkat rumusan masalah sebagai berikut:

- 1. Bagaimana pengaruh kecepatan fluida udara 0.001, 0.003, dan 0.005 m/s pada kapasitas volume 80% terhadap aliran fluida pada model tangki bahan bakar biodiesel?
- 2. Bagaimana pengaruh kecepatan fluida udara 0.001, 0.003, dan 0.005 m/s pada kapasitas volume 90% terhadap aliran fluida pada model tangki bahan bakar biodiesel?
- 3. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan fluida udara terhadap perubahan kecepatan serta tekanan sebelum dan sesudah melalui sistem gel silika?
- 4. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan fluida udara terhadap perubahan temperatur sebelum dan sesudah melalui sistem *heater*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang ingin dicapai dari pembuatan tugas akhir yaitu:

- 1. Mengetahui pengaruh kecepatan fluida udara 0.001, 0.003, dan 0.005 m/s pada kapasitas volume 80% terhadap aliran fluida pada model tangki bahan bakar biodiesel.
- 2. Mengetahui pengaruh kecepatan fluida udara 0.001, 0.003, dan 0.005 m/s pada kapasitas volume 90% terhadap aliran fluida pada model tangki bahan bakar biodiesel.
- 3. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan fluida udara terhadap perubahan kecepatan serta tekanan sebelum dan sesudah melalui sistem gel silika.
- 4. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan fluida udara terhadap perubahan temperatur sebelum dan sesudah melalui sistem *heater*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar ruang lingkup eksperimen lebih memfokuskan pada:

- 1. Penelitian ini berfokus pada pengaruh dari variasi kecepatan fluida yang memasuki sistem dan kapasitas volume pada model tangki bahan bakar biodiesel terhadap aliran fluida yang diciptakan menggunakan CFD.
- 2. Melakukan simulasi menggunakan CFD, SolidWorks 2016.
- 3. Pembedaan variabel penelitian dilakukan pada penggunaan variasi kecepatan dan kapasitas volume.
- 4. Perhitungan total volume pada model tangki bahan bakar biodiesel berdasarkan daya motor diesel 125 kW (kapal 30GT).
- 5. Penelitian hanya memfokuskan pada aliran fluida hasil dari simulasi CFD.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari eksperimen ini yaitu memberikan refrensi alternatif untuk menggunakan *flow* analisis pada SolidWorks 2016 untuk mengetahui aliran fluida serta kecepatan, tekanan, dan suhu pada bagian tertentu pada model tangki bahan bakar yang telah dibuat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dilakukan proses analisis secara kritis terhadap teori dasar dalam menunjang penelitian dan eksperimen beserta konsep-konsep yang mendukung penelitian dalam tugas akhir, termasuk regulasi, kebijakan, dan penelitian terdahulu.

2.1 Biodiesel

Biodiesel didefinisikan sebagai bahan bakar produk *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) atau mono-alkyl ester dari asam lemak rantai panjang berasal dari minyak nabati atau lemak hewan yang didapatkan dari proses esterifikasi. Biodiesel tergolong bahan bakar ramah lingkungan karena jenis minyak yang digunakan untuk dalam produksi yaitu minyak dari bahan pangan (kelapa sawit, kemiri dan kedelai) dan minyak dari bahan non-pangan (minyak hasil limbah, minyak jarak, dan alga) (Thoai, 2017). Perbedaan karakteristik data dari biodiesel standar SNI dan B30 (pertamina) dapat dilihat pada tabel 2.1

No.	Parameter Uji	SNI 04-7182- 2015	B30
1.	Massa jenis pada 40°C (kg/m ³)	850-890	815-860
2.	Viskositas Kinematik pada 40 °C (cSt)	2.3-6.0	2.0-4.5
3.	Angka Setana (min)	51	48
4.	Titik Nyala (°C, min)	100	52
5.	Titik Kabut (°C, maks)	18	18
6.	Residu Karbon (%-massa, maks)	0.3	0.1
7.	Kandungan Air dan Sedimen (%-vol, maks)	51	43
8.	Temperatur Distilasi 90% (°C, maks)	360	370
9.	Kandungan Abu (%-massa, maks)	0.02	0.01
10.	Belerang (mg/kg, maks)	100	Per regulasi
11.	Angka Asam (mg-KOH/gr, maks)	0.5	0.6
12.	Korosi Lempeng Tembaga	Kelas 1	Kelas 1

Tabel 2. 1. Perbandingan Standar SNI 7182-2015 dan B30 (Sumber: Balai Teknologi Bahan Bakar Dan Rekayasa Desain, 2019)

Pertumbuhan bakteri dalam skala besar dapat mempercepat proses degradasi pada biodiesel, menyebabkan perubahan karakteristik atau properties secara signifikan (Pullen *and* Saeed, 2017). Jika dalam suatu tangki bahan bakar biodiesel memiliki tingkat kelembapan yang tinggi atau tingkat kandungan uap air tinggi, pertumbuhan mikroba dapat terjadi lebih cepat akibat lingkungan yang mendukung terjadinya pertumbuhan.

Biodiesel memiliki sifat higroskopis yaitu suatu kemampuan zat dalam menyerap air dari lingkungan sekitarnya. Aktivitas bakteri yang berlebih dapat membentuk endapan pada tangki, filter, saluran pipa dan *separator* pada sistem bahan bakar kapal (Zhang *et al.*, 2011). Berikut kasus pemampatan pada dinding *purifier* yang terjadi di kapal akibat penumpukan *sludge* yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Pembentukan Sludge Pada Dinding Purifier dan Perbesaran Mikroba (Sumber: Zhang, 2011)

Pada umumnya mikroba memerlukan kondisi tingkat kelembapan sebesar 85%. Beberapa mikroba pada kondisi lingkungan dengan kelembapan mencapai 84% mulai mengalami penurunan daya tahan dan elastisitas pada dinding sel. Dengan mengatur atau mengontrol kelembapan sebesar 30% pada lingkungan biodiesel, pertumbuhan mikroba dapat dihentikan (Achmad, 2015).

2.2 Kelembapan Udara di Perairan Indonesia

Berdasarkan data dari Badan Riset Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), tingkat persebaran kelembapan udara pada geografis Indonesia pada tahun 2011-2015 tidak mengalami perubahan yang signifikan. Kelembapan udara di perairan Indonesia pada tahun 2015 mencapai 75% hingga 85%, persebaran kelembapan udara pada perairan Indonesia dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2. Persebaran Kelembapan di Indonesia Tahun 2015 (Sumber: Kementerian Kelautan & Perikanan Republik Indonesia)

2.3 Computational Fluid Dynamics (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) adalah bidang mekanika fluida yang berhubungan dengan metode yang mempelajari atau memprediksi aliran fluida, perpindahan panas, pembakaran di motor bakar dan sistem propulsi, interaksi berbagai objek dengan udara/air, serta aliran kompleks pada penukar panas dan reaktor kimia. CFD dapat menyelesaikan permasalahan hal mendasar ataupun hal yang rumit, tergantung dari tingkat pemakaiannya (Vaccari, 2020).

Pada tingkatan dasarnya dalam persamaan pada fluida dianalisis berdasarkan persamaan diferensial parsial (PDE) yang merepresentasikan hukum-hukum konversi massa, momentum dan energi. Pada simulasi CFD, pemecahan aliran fluida seperti udara digambarkan secara kuantitatif dalam besaran suhu dan kecepatan dengan bentuk persamaan diferensial yang didasarkan pada analisis numerik metode volume hingga (finite volume method). Dalam metode CFD terdapat tiga komponen utama, yaitu pre-processor, solver, dan post-processor (Versteeg *and* Malalasekera, 1995).

2.3.1 Pre-Processor

Pre-processor adalah komponen input yang digunakan dalam langkah awal untuk konfigurasi aliran fluida ke dalam program CFD. Komponen input ini dapat diatur dan dibuat sesuai dengan kebutuhan yang nantinya diselesaikan oleh *solver*.

Dalam tahapan input data (pre-processor) yaitu pembuatan model, pembentukan *grid* dan *mesh*, pengaturan kondisi lingkungan sistem, menentukan sifat-sifat fluida yang digunakan (gas, cairan, dll), menentukan kondisi batas (dinding, inlet, outlet, kecepatan, tekanan dan variabel turbulensi), dan jenis fluida (Versteeg *and* Malalasekera, 1995). Dapat dilihat pada gambar 2.3 dalam memasukkan konfigurasi input untuk tekanan, temperatur, dan kecepatan untuk *flow simulation*.

Parameter	Value	Navigator
Parameter Definition	User Defined 🗸	Analysis have
Thermodynamic Parameters		Analysis type
Parameters	Pressure, temperature ~	A Phile
Pressure	101325 Pa	Fiulds
Pressure potential		TTT AVAILANCE AND
Temperature	293.2 K	Wall conditions
Velocity Parameters		
Parameter	Velocity ~	
Velocity in X direction	0.001 m/s	
Velocity in Y direction	0 m/s	
Velocity in Z direction	0 m/s	
Relative to rotating frame		
Turbulence Parameters		
		-

Gambar 2. 3. *General Settings* untuk *Flow Simulation* (Sumber: SolidWorks 2016)

2.3.2 Solver

Solver adalah proses penyelesaian dan proses pemecahan pada CFD untuk mendapatkan hasil atau penyelesaian dari input yang telah ditentukan pada komponen input. *Solver* melakukan penyelesaian secara matematika dan menggunakan metode yang dinamakan volume hingga atau *finite volume* (Versteeg *and* Malalasekera, 1995).

Kebutuhan waktu atau waktu yang dibutuhkan untuk *solver* dalam melakukan penyelesaian permasalahan tergantung dari total *cell* atau total objek pada CFD. Dalam penggunaan *solver*, hasil yang didapatkan dapat berbeda meskipun memakai konfigurasi atau pengaturan input yang sama. *Solver* pada CFD dapat dilihat pada gambar 2.4.

Log		- • X	1 Info		
vent	Iteration	Time	Parameter	Value	
fesh generation started		19:03:52 , Jul 21	Status	Solver is finished.	
lesh generation normally finished		19:13:45 , Jul 21	Total cells	39,976	
eparing data for calculation		19:13:50 , Jul 21	Fluid cells	15,553	
alculation started	0	19:13:54 , Jul 21	Solid cells	24,423	
alculation has converged since the follo.	. 152	19:15:55 , Jul 21	Iterations	153	
Goals are converged	152		Last iteration finished	19:15:55	
alculation finished	153	19:17:11, Jul 21	CPU time per last iteration	00:00:01	
			Travels	2.56478	
			Iterations per 1 travel	60	
			Cpu time	0:2:3	
			Calculation time left	0.0.0	
			Warning	Comment	
			No warnings		
			<u> </u>		

Gambar 2. 4. Solver pada CFD (Sumber: SolidWorks 2016)

2.3.3 Post-Processor

Post-processor adalah seluruh hasil yang telah dilakukan pada Langkah-langkah sebelumnya atau dari proses yang telah dilakukan. Hasil yang ditampilkan dapat berupa *tracking/trajectories* (partikel pola aliran fluida), distribusi temperatur pada suatu model, sebaran suhu pada titik-titik yang dibutuhkan, nilai-nilai dari parameter, laporan, dan sebagainya(Versteeg *and* Malalasekera, 1995)

2.4 Kapal 30 GT

Dalam merancang sebuah kapal, tahap awal yaitu membuat rencana garis (*lines plan*). Rencana garis adalah rancangan kapal yang berbentuk 3 dimensi diproyeksikan menjadi 3 tampak bagian yang berbentuk 2 dimensi, yaitu bidang vertikal melintang (*body plan*), bidang vertikal memanjang (*sheer plan*), dan bidang horizontal (*half-breadth plan*).

Ukuran utama kapal adalah bagian-bagian penting dalam melakukan pembuatan *lines plan*. Ukuran utama kapal yang meliputi panjang, tinggi, lebar, sarat dan koefisien bentuk kapal.

Panjang atau *length* pada kapal terbagi menjadi beberapa jenis yaitu panjang menurut sarat air (Lwl), panjang antara garis tegak haluan dan garis tegak buritan (Lpp), dan panjang kapal keseluruhan (Loa). Koefisien bentuk kapal juga terbagi atas koefisien blok (Cb), koefisien prismatik (Cp), dan koefisien tengah kapal (Cm). Dengan adanya *lines plan*, maka perhitungan tahanan atau *resistance* dapat dilakukan.

Tahanan kapal adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal atau adanya friction gesekan pada lambung kapal akibat air laut. Berdasarkan perhitungan dengan metode Guldhammer-Harvald, tahanan total kapal merupakan jumlah dari tahanan di air yaitu tahanan gesek (Rf) dan tahanan sisa (Rr) dengan tahanan udara (Ra). Tahanan gesek atau yang disebut friction resistance (Rf) adalah gaya hambat pada kapal yang disebabkan adanya gesekan antara badan kapal yang tercelup di air dengan fluida.

Tujuan dari menghitung resistance yaitu untuk menentukan daya yang dibutuhkan oleh kapal untuk dapat bergerak dengan kecepatan yang diinginkan. Namun semakin besar kecepatan kapal yang diinginkan, maka *resistance* kapal juga semakin besar. Hal ini berbanding lurus, karena bertambahnya kecepatan maka *friction* atau gesekan yang terjadi pada lambung kapal juga semakin besar. Dengan mengetahui daya yang dibutuhkan oleh kapal, pemilihan *main engine* dapat dilakukan. Proses-proses tersebut telah dilakukan untuk menemukan tahanan dan mesin diesel yang sesuai untuk digunakan pada kapal.

KM INKA MINA 957 merupakan kapal perikanan 30 GT yang beroperasi pada perairan Sulawesi. Kapal perikanan dengan alat tangkap tipe *purse seine* dengan motor diesel berkapasitas 170 *horsepower* dan kecepatan jelajah 12 knot (Muhammad *et al.*, 2018). Bentuk kapal KM INKA MINA 957 dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Kapal Perikanan KM INKA MINA 957 (Sumber: Muhammad *et al*, 2018)

Pada penelitian ini, kapal perikanan KM INKA MINA 957 dirujuk sebagai referensi dalam penentuan daya mesin. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan jumlah total volume untuk tangki bahan bakar, sehingga pembuatan model pada SolidWorks 2016 dapat dilakukan. *Principal dimensions* dari kapal perikanan KM INKA MINA 957 terdapat pada tabel 2.2.

Principal Dimensions	
LOA (Length Over All)	26.30 meter
L (Length)	25.40 meter
B (Breadth)	4.50 meter
H (Height)	1.65 meter
T (Draught)	1.20 meter
Vs (Service Speed)	12 knot
Daya motor (HP)	170 HP
Daya motor (kW)	126.769 kW

Tabel 2. 2. Principal Dimensions Kapal Perikanan KM INKA MINA 957 (Sumber: Muhammad et al, 2018)

2.5 Dehumidifier

Dehumidifier merupakan sebuah alat untuk menghapus kelembapan dari udara dengan adsorpsi dan absorbsi. Benda atau senyawa yang umum digunakan sebagai dehumidifier baik dalam industri maupun individu adalah gel silika. Gel silika memiliki kelebihan tidak bereaksi karena merupakan adsorbent dan mudah dikeringkan untuk digunakan kembali.



Gambar 2. 6. Skema Kerja Dehumidifier untuk Ruang Kargo (Sumber: Sauerbier *and* Meurn, 1985)

Gambar 2.6 merupakan skema kerja unit *dehumidifier* pada kapal untuk menjaga kelembapan ruang kargo kapal. Udara di ruang kargo dilewatkan pada gel silika untuk dikeringkan dengan bantuan kipas dan disirkulasikan kembali. Gel silika yang telah jenuh dikeringkan dengan aliran udara panas pada saluran terpisah (Sauerbier *and* Meurn, 1985). Cara kerja *dehumidifier* ini digunakan pada simulasi aliran untuk model tangki bahan bakar biodiesel dengan modifikasi sistem gel silika.

2.6 Gel Silika

Gel silika merupakan desikan yaitu zat higroskopis yang digunakan untuk mempertahankan kondisi di sekitarnya tetap kering atau menjaga tingkat kelembapan tetap rendah pada lingkungan sekitarnya. Gel silika merupakan desikan yang paling umum digunakan. Cara kerja gel silika yaitu menyerap kandungan uap air yang berada pada udara bebas. Jika penggunaan gel silika terlalu lama, maka dapat terjadi perubahan warna dari biru menjadi kemerahan dan transparan. Dengan cara pengeringan menggunakan pemanas atau sinar matahari, gel silika dapat dipakai kembali. Sehingga warna dari gel silika dapat dijadikan sebagai indikator dari tingkat kejenuhan (Marlina, 2006).

Pada simulasi yang telah dilakukan, telah dibuat dua sistem gel silika untuk membagi waktu kinerja dari setiap gel silika. Hal ini bertujuan untuk membuat sistem gel silika dapat terus bekerja secara bergantian. Pada model tangki bahan bakar biodiesel, ketika sistem gel silika pertama perlu dilakukan pengeringan, maka sistem gel silika kedua dapat menggantikan kerja dari sistem sebelumnya untuk menjaga kelembapan pada tangki dan begitu juga dengan sebaliknya. Untuk setiap sistem gel silika telah disiapkan *heater (heat exchanger)* sebagai sumber panas untuk mengeringkan gel silika yang sudah jenuh.

2.7 Design Requirement

Persyaratan desain adalah bagian dari *requirement engineering* dan merupakan dokumen terstruktur yang menetapkan deskripsi rinci dari fungsi sistem, layanan dan kendala operasional. Mendefinisikan apa yang harus dilaksanakan sehingga dapat menjadi bagian dari kontrak (Ian, 2007). Berdasarkan peneliti lainnya, *requirement* adalah gambaran dari layanan dan batasan bagi sistem yang telah dibuat dan bisa juga berupa definisi matematis fungsi-fungsi sistem (Zave, 1997).

Persyaratan desain untuk sistem model yang telah dilakukan pada simulasi merujuk kepada studi literatur atau penelitian-penelitian dan riset yang sudah dilakukan sebelumnya (spesifik). Setelah terbentuknya persyaratan desain, maka dapat dibuat alur proses pengerjaan dari sistem ataupun model.

Pada penelitian yang telah ada, persyaratan dalam proses penyimpanan memiliki faktor-faktor yang harus dipertimbangkan terhadap pertumbuhan mikroba, yaitu:

- 1. Kadar air pada ruang penyimpanan.
- 2. Sumber masuk air.
- 3. Ada atau tidaknya udara selama proses penyimpanan.

Pengaruh dari ada atau tidaknya udara selama proses penyimpanan merujuk kepada kondisi lembap pada ruang penyimpanan. Proses pembusukan terhadap mikroba dapat terjadi semakin cepat ketika kadar air pada ruang penyimpanan berkurang, dari kondisi lembap 90% menjadi 20 atau 30%. Kondisi tersebut merupakan fase *critical water content* (Bateman *et al.*, 1961).
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan simulasi eksperimen. Simulasi dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti dengan cara mengembangkan keterampilan baru atau inovasi baru.

3.2 Latar Penelitian

Penelitian akan dilakukan menggunakan simulasi *flow* analisis atau *computational fluid dynamic* (CFD) pada perangkat lunak SolidWorks 2016. Simulasi ditargetkan akan berjalan selama 12 minggu.

3.3 Hipotesis Penelitian

Dari serangkaian rumusan masalah yang telah dibuat, akan dibuat hipotesis penelitian atau prediksi hasil yang akan didapatkan pada proses penelitian. Berikut hipotesis penelitian yang telah disusun:

- 1. Pengaruh dari variasi kecepatan dan volume tangki bahan bakar 80% akan mempengaruhi aliran udara yang akan terbentuk. Dengan adanya gel silika sebagai penghambat, pola aliran udara akan selalu berubah-ubah.
- 2. Akibat dari aliran udara yang lambat, pergantian udara kering pada tangki juga semakin lambat. Sehingga kecepatan fluida udara yang ideal akan dicapai pada kecepatan 0.001 m/s dan 0.003 m/s.
- 3. Penurunan tekanan dan kecepatan akan terjadi pada saat aliran fluida melewati sistem gel silika, semakin cepat pergerakan fluida maka penurunan tekanan dan kecepatan akan semakin tinggi.
- 4. Pengaruh dari peningkatan volume pada tangki bahan bakar 90% menyebabkan aliran fluida mengubah pergerakannya keseluruh arah (area) akibat dari adanya tabrakan dengan permukaan bahan bakar.
- 5. Peningkatan temperatur akan terjadi pada saat aliran fluida melewati *heater*, semakin lambat kecepatan maka suhu pada aliran udara yang keluar dari sistem *heater* akan semakin tinggi.

Dengan membuat hipotesis nol dengan menyatakan, bahwa tidak ada pengaruh dari penempatan gel silika dan *heater* pada sistem terhadap perubahan kecepatan, tekanan, suhu, dan sirkulasi aliran saat aliran udara melintasi sistem tersebut. Jika hipotesis nol tidak sesuai maka hipotesis penelitian akan diterima.

3.4 Design Requirement Sistem Bahan Bakar Biodiesel

Design Requirement didapatkan dari kriteria-kriteria konsumen terhadap produk yang dibutuhkan. Kriteria tersebut merupakan atribut fungsional yang akan didesain oleh engineer menjadi fitur desain. Pada penelitian ini, telah dibuat perancangan desain untuk sistem bahan bakar biodiesel, yaitu sebagai berikut:

- 1. Tidak terdapat mikroba.
- 2. Desain tangki bahan bakar untuk kapal perikanan ukuran 30GT.
- 3. Pengoperasian di perairan Indonesia.
- 4. Jumlah kapasitas tangki bahan bakar memenuhi kebutuhan selama pelayaran.

3.5 Diagram Alur

Pada penelitian yang telah dilakukan, metode penelitian secara eksperimen menggunakan simulasi akan diterapkan. Proses dimulai dari pembuatan diagram skematik dan perhitungan total volume dari model tangki berdasarkan daya dari motor diesel kapal perikanan 30 GT.

Pembuatan komponen-komponen bagian pada model tangki bahan bakar biodiesel pada SolidWorks 2016. Pada pembuatan diagram skematik untuk desain tangki bahan bakar menggunakan AutoCAD. Selanjutnya, pembuatan komponen-komponen model tangki bahan bakar, *heater*, gel silika, *blower*, dan *rotation regional* pada SolidWorks 2016.

Pada setiap komponen akan dilakukan pengecekan secara terpisah, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya error. Proses *assembly* setiap komponen dilakukan mengikuti alur dari diagram skematik (desain). Variabel bebas penelitian simulasi *flow* analisis yaitu terhadap kecepatan dan kapasitas volume pada tangki bahan bakar.

Variasi kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s dengan perubahan kapasitas volume pada kondisi 80% dan 90%. Analisa simulasi dan pembahasan data-data tersebut akan diolah menjadi hasil dan kesimpulan penelitian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat diagram alur pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian akan digunakan dalam proses simulasi berdasarkan gambar 3.1. Berikut tahapan-tahapan penjelasan penelitian yang telah dilakukan:

3.5.1 Desain Diagram Skematik Model Tangki

Diagram skematik merupakan desain gambar yang mewakili keseluruhan sistem komponen dari sebuah proses yang menggunakan simbol dan garis. Diagram skematik menjelaskan sistem secara sederhana dan menggambarkan komponen penting dari sebuah sistem. Dengan menggunakan AutoCAD, diagram skematik dapat dibuat dan didesain sesuai dengan bentuk tangki bahan bakar yang sebenarnya.



3.5.2 Data Motor Diesel

Daya dari motor diesel merupakan hal yang penting karena akan merujuk kepada jumlah total volume pada tangki bahan bakar. Berdasarkan dari data kapal perikanan 30GT, KM INKA MINA 957 memiliki daya motor diesel 126.769 kW atau 170 HP.



Gambar 3. 3. Motor Diesel Yanmar 6CH-HTE3 (Sumber: Katalog Marine Diesel Yanmar 6CH-HTE3)

Pemilihan motor diesel akan dilakukan pada daya range yang mendekati 126.769 kW. Yanmar 6CH-HTE3 dengan daya 125 kW akan dipilih sebagai data motor diesel yang akan digunakan dalam perhitungan volume tangki bahan bakar. Spesifikasi Yanmar 6CH-HTE3 dapat dilihat pada tabel 3.1.

Model	6CH-HTE3	Gearbox	YX-71
Number of Cylinder	6 in-line	Reduction Ratio	3.53
Bore & Stroke (mm)	105 x 125	Direction of	Clockwise or
		rotation	Counter-Clockwise
Rated Output (kW/RPM)	125/2550	Dry Weight	220 kg
Combustion System	Direct injection		
Aspiration	Turbocharger &		
_	intercooler		
Starting System	Electric Starting		
	motor		
Cooling System	Heat exchanger		
Dry Mass	795 kg		
Dimension (LxWxH) mm	1575 x736x1096		

Tabel 3. 1. Spesifikasi Motor Diesel Yanmar 6CH-HTE3 dan Gearbox YX-71

3.5.3 Perhitungan Total Volume Fuel Tank

Sebagai upaya kapal perikanan untuk meningkatkan hasil tangkapannya yaitu dengan melakukan strategi menambah waktu trip operasi penangkapan ikannya. Bila biasanya trip penangkapan kapal ikan dalam skala yang tidak terlalu besar dapat dilakukan dalam waktu satu hari (Wiyono, 2012).

Dalam penelitian yang telah dilakukan, waktu pelayaran dari kapal ikan setidaknya membutuhkan waktu minimal 1 hari atau 24 jam. Sehingga volume dari *fuel tank* harus dapat menyuplai bahan bakar kedalam engine selama 24 jam. Waktu pelayaran akan digunakan dalam penggunaan rumus jarak/kecepatan. Pada kapal perikanan 30GT tidak terdapat *service/daily* tank, sehingga pada pembuatan model tangki hanya untuk *fuel tank*.

$$Wbahan \ bakar = BHP \ x \ SFOC \ x \frac{S}{Vs} x \ 10^{-6} \ x \ C \tag{1}$$

$$Wbahan \ bakar = 125 \ x \ 290 \ x \ 24 \ x \ 10^{-6} x \ 102\%$$

Wbahan bakar = 0.8874 ton

Keterangan:

BHP	= Break horse power (kW)
SFOC	= <i>Specific fuel oil consumption</i> dari mesin diesel (g/kWh)
S	= Jarak pelayaran (mil)
Vs	= Kecepatan dinas (knot)
С	= Koreksi tambahan akibat adanya ekspansi karena panas (2%)
Wbahan bakar	= Berat bahan bakar (ton)

(Suhardjito, 2006)

BHP merupakan daya yang keluar dari motor induk, sedangkan SFOC adalah konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan oleh engine dalam satuan jam. Spesifikasi dari BHP dan SFOC terdapat pada katalog masing-masing mesin. Setelah mendapatkan berat dari total bahan bakar, nilai volume dapat didapatkan dengan membagi dengan nilai massa jenis bahan bakar (B30), berdasarkan data dari Pertamina (tabel 2.1), rasio massa jenis B30 berada pada nilai 0.815-0.860.

$$Vbahan \ bakar = \frac{Wbahan \ bakar}{\rho}$$

Vbahan bakar =
$$\frac{0.8874}{0.85}$$
 = 1.044 meter kubik

 $Vbahan \ bakar = 1.044 \ meter \ kubik = 1044 \ liter$

Keterangan:

 ρ = Massa jenis dari bahan bakar = 0.85 ton/m³ Vbahan bakar = Volume bahan bakar (m³)

(Suhardjito, 2006)

(2)

3.5.4 Pembuatan Komponen-Komponen Model

Pembuatan komponen pada SolidWorks 2016 meliputi tangki bahan bakar biodiesel, *blower*, *heater*, gel silika, *system piping*, dan komponen pelengkap lainnya.

3.5.4.1 Tangki Bahan Bakar Biodiesel

Ukuran dari model tangki bahan bakar biodiesel akan disesuaikan dengan daya dari motor diesel. Dimensi atau ukuran dari model tangki akan sangat berpengaruh kepada sistem lainnya, karena setiap komponen harus saling berhubungan untuk mencegah adanya error atau gap pada model. Permasalahan error dapat menyebabkan model tidak bisa dianalisa oleh *solver*. Desain model tangki dengan ukuran dimensi 100 x 100 x 106.9 cm dan dibuat menggunakan SolidWorks untuk versi 3D yang dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4. Desain Model Tangki Bahan Bakar Biodiesel (Sumber: SolidWorks 2016)

3.5.4.2 Blower

Dalam proses mengalirkan fluida dari lingkungan kedalam model tangki, akan dibutuhkan *blower*. Putaran *blower* pada simulasi akan diatur sekecil mungkin untuk mendapatkan aliran fluida dengan kecepatan yang diinginkan. Pada setiap proses simulasi, putaran blower akan diatur 10 RPM. Model *blower* yang telah dibuat dan akan digunakan dalam simulasi dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5. *Blower* (Sumber: SolidWorks 2016)

Pembuatan blower pada SolidWorks akan dilengkapi dengan *rotating region* yaitu bagian yang akan diindikasikan sebagai benda berputar dalam suatu model. Dengan adanya rotating region, maka *blower* tidak akan disamakan dengan objek tetap lainnya. Sehingga fungsi blower sebagai benda yang berputar dapat dibuat dan digunakan pada *flow simulation*.

3.5.4.3 Heater

Model *heater* yang akan digunakan merupakan komponen pada simulasi yang akan diindikasikan sebagai adanya pertukaran panas dengan aliran fluida. Sumber energi panas dari *heater* dapat memanfaatkan *exhaust gas* dari mesin diesel atau dari air pendingin. Pada proses *flow simulation, heater* akan dianggap menggunakan gas buang sebagai sumber energi.



Gambar 3. 6. *Heater* (Sumber: SolidWorks 2016)

Pada gambar 3.6. *heater*, pembuatan model telah dibuat semirip mungkin sesuai dengan bentuk aslinya. Secara teori aliran udara akan melalui celah-celah yang terdapat pada *heater* dan akan terjadi proses perpindahan panas. Tujuan dari penggunaan model *heater* pada simulasi yaitu untuk mengindikasikan gel silika akan mendapatkan panas saat dalam proses pengeringan.

3.5.4.4 Gel Silika

Penggunaan gel silika sebagai desikan yang digunakan untuk mempertahankan kondisi lingkungan untuk tetap kering. Gel silika bekerja dengan menjaga tingkat kelembapan tetap rendah pada lingkungan sekitarnya. Pada *flow simulation*, penempatan gel silika akan mengganggu system aliran fluida. Sehingga pada tahap ini, gel silika akan berfungsi sebagai penghambat aliran udara yang dapat menyebabkan pengurangan kecepatan maupun tekanan. Pembuatan model gel silika pada SolidWorks dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3. 7. Gel Silika (Sumber: SolidWorks 2016)

3.5.5 Assembly Model

Berdasarkan diagram skematik, proses *assembly* akan dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen yang telah dibuat. Dengan memanfaatkan perintah *mate* pada SolidWorks, setiap komponen dapat dihubungkan dengan tingkat ketepatan objek yang tinggi. Sehingga jika terdapat bagian komponen yang tidak sesuai dan dapat menyebabkan kegagalan sistem, menyebabkan proses simulasi tidak dapat dilakukan.

Assembly model yang telah dibuat meliputi tangki bahan bakar biodiesel, blower, heater, gel silika, system piping, sounding pipe, vent pipe, rotating region, dan sistem pendukung. assembly dari keseluruhan sistem yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8. Asembly Model Tangki Bahan Bakar (Sumber: SolidWorks 2016)

3.5.6 Simulasi CFD (Flow Simulation)

SolidWorks menyediakan berbagai fitur dalam melakukan simulasi, flow simulation merupakan simulasi yang dikhususkan untuk mempelajari aliran fluida yang akan terbentuk pada objek atau model desain yang telah dibuat.

Dengan menggunakan flow simulation pada SolidWorks, pembuat model dapat mengetahui faktor maupun parameter input yang efektif agar model yang telah dibuat bekerja secara maksimal pada bentuk aslinya.

Simulasi CFD merupakan metode yang menggunakan komputer untuk melakukan simulasi aliran fluida dengan meragakan model dalam bentuk tiruan yang mirip dengan keadaan yang sesungguhnya. Dengan adanya model, maka *flow simulation* dapat dilaksanakan.

Diawali dengan pembuatan *wizard* untuk membuat *flow simulation project*. Dengan mengatur input dan parameter yang diinginkan oleh peneliti untuk diaplikasikan untuk modelnya.

Pengaturan *flow simulation project* dimulai dengan pembuatan *project name* dilanjutkan dengan penentuan *unit system* atau satuan pengukuran yang akan digunakan, sesuai dengan kebutuhan. Dalam simulasi yang telah dilakukan, penggunaan pengukuran yang akan digunakan berdasarkan satuan internasional (SI). Untuk keterangan lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.9.

Wizard - Unit System						?	×
Unit system:					Navigator		(
m ³ System	Path	Comr	ment				T.
CGS (cm-g-s)	Pre-Defin	ed CGS	(cm·g·s)		Project name		
FPS (ft-lb-s)	Pre-Defin	ed FPS	(ft-lb-s)		Units system		
IPS (in-lb-s)	Pre-Defin	ed IPS (in·lb·s)				
NMM (mm-g-s)	Pre-Defin Pre-Defin	ed NMM ed Sl(m	1 (mm-g-s) ukaus)		Analysis type		
m/s C+	Pre-Defin	ed JISA	nkgisj				
					Pluids		
	Name:	SI (m-kg-s) (modified)			Wall conditions		
mile/h Parameter	Unit	Decimals in results display	s 1 SI unit equals to	^	Mitial conditions		
					Einish		
Pressure & str	ress Pa	.12	1		Para Pinistr		
Velocity	m/s	.123	1				
Mass	kg	.123	1				
Crit Length	m	.123	1				
KO (m Temperature	ĸ	.12	1				
Physical time	s	.123	1	~			
C Dercentane	0/2	12	>				((
							-
< E	Back Ne	xt > Cancel	Help				

Gambar 3. 9. Pengaturan Unit System (Sumber: SolidWorks 2016)

Selanjutnya yaitu pengaturan analysis type yang terdiri dari aliran external dan internal. Pada simulasi yang telah dilakukan menggunakan analisis dengan tipe aliran internal karena aliran fluida dibatasi oleh model yang telah dibuat. Terdapat penambahan untuk physical features yaitu rotation (blower) dan gravitasi. Jika penggunaan rotation tidak digunakan, maka akses terhadap rotating region dan pengaturan putaran tidak dapat digunakan yang dapat menyebabkan blower tidak dapat berputar pada saat simulasi. Untuk keterangan lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.10. ×

	Analysis type Consider Internal ☑ Exc ○ External □ Exc 	closed cavities Jude cavities without flow conditions Jude internal space	Navigator Project name Nults system	* *
	Physical Features Heat conduction in solids Radiation	Value	Analysis type	
	Time-dependent Gravity X component Y component	□ Ø m/s^2 -9.81 m/s^2	Wall conditions	
200	Z component Rotation	0 m/s^2	Initial conditions Finish	
	Reference axis: X V	Dependency	_	

Gambar 3. 10. Pengaturan Analysis Type dan Phisical Features (Sumber: SolidWorks 2016)

Langkah selanjutnya yaitu penentuan fluida yang digunakan dalam *flow* simulation, yaitu fluida udara atau (*air*). Terdapat banyak jenis fluida dengan karakteristiknya yang berbeda-beda, sehingga penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan dari peneliti. Untuk keterangan lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.10.

	Fluids	Path	^	New	Navigator	
	- Pre-Defined				Project name	
	Acetone	Pre-Defined				
	Ammonia	Pre-Defined			🚈 Units system	
	Argon	Pre-Defined				
	Butane	Pre-Defined			Analysis type	
	Carbon dioxide	Pre-Defined			-	
	Chlorine	Pre-Defined			Pluids	
	Ethane	Pre-Defined			任不利	
	Ethanol	Pre-Defined	~	Add	Wall conditions	
	Project Fluids	Default Fluid	_	Bemove	Initial conditions	
	Air (Gases)			Tieniove		
ú PO	741 (04000)				Finish	
A AND A						
	Flow Characteristic	Value				
	Flow type	Laminar and Turbulent				
	Humidity					
C	indimited by the second					

Gambar 3. 11. Pengaturan Penggunaan Jenis Fluida (Sumber: SolidWorks 2016)

Pengaturan selanjutnya yaitu *Initial condition* (gambar 2.2). Pada tahap ini dapat dilakukan pengaturan suhu, tekanan, kecepatan dari axis yang berbeda (X, Y, Z). Pada simulasi yang telah dilakukan, tidak dilakukan perubahan pada suhu dan tekanan. Perubahan hanya ada pada kecepatan dengan axis X sesuai dengan letak dari model tangki dengan variasi kecepatan yaitu 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s.

Setelah pengaturan *flow simulation project*, pembuatan *lid* atau penyekat yang memisahkan model dengan lingkungan luar sehingga *computational domain* dapat terbentuk. *Lid* akan ditempatkan pada bagian input maupun output dari model dan merupakan bagian yang penting dalam *flow simulation*. Sedangkan *computational domain* merupakan area fluida yang berada pada model sistem.

Pada simulasi dengan model tangki bahan bakar biodiesel, *computational domain* dapat diindikasikan dengan volume kosong yang terdapat pada tangki dan *piping system*, gel silika, dan *heater*. *Lid* dan *computational domain* pada model dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12. *Lid* dan *Computational Domain* pada Model (Sumber: SolidWorks 2016)

Pengaturan *computational domain* dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan peneliti. Selanjutnya dapat dilanjutkan dengan pengaturan *rotating region, inlet velocity*, dan *environment pressure*. *Inlet velocity* akan dilakukan pengaturan pada *face lid* dengan kecepatan yang sudah ditentukan yaitu 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa fluida dengan kecepatan yang telah diatur tersebut akan memasuki kedalam model melalui *lid*. Sedangkan *environment pressure* merupakan outlet dari aliran fluida yang masuk melalui *lid* tersebut, dengan pengaturan normal 1 atmosfer (1 atm).

Selanjutnya pembuatan *mesh* atau mengecek kesalahan yang mungkin saja terdapat pada model sehingga berpotensi menyebabkan kegagalan dalam melakukan *flow simulation. Mesh* model juga dapat diatur tingkat ketelitiannya menjadi model yang memiliki ketelitian lebih baik namun akan meningkatkan jumlah *cell* dan berdampak pada peningkatan waktu yang dibutuhkan dalam simulasi. Tampilan mesh dan proses input dapat dilihat pada gambar 3.13.

§ Air Flow 0.001 m per s → → → → → → → → → → → → → → → → → → →	Run	? ×
Computational Domain Fluid Subdomains Rotating Regions Boundary Conditions Inlet Velocity 1 Goals Goals Coals Results (Not loaded)	Startup Mesh Take previous results Solve New calculation Continue calculation	Run Close Help
	CPU and memory usage Run at: This computer	
	Use CPU(s)	
	Results processing after finishing the calculation Icoad results Batch Results Icoad results Icoad results	

Gambar 3. 13. Pembuatan *Mesh* (Sumber: SolidWorks 2016)

Pada langkah terakhir yaitu melakukan *running* simulasi menggunakan *solver* (gambar 2.3). Proses dalam flow simulation dapat berlangsung lama, hal ini tergantung dari tingkat kondisi *mesh*, jumlah objek/komponen, total *cell* (*computational domain*), dan kemampuan kapasitas komputer dalam menjalankan sistem *flow simulation* SolidWorks.

3.5.7 Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data akan dilakukan untuk digunakan dalam proses analisa, dengan menggunakan fitur *trajectories* pada *flow simulation*. Dapat dilakukan pengambilan data pada titik tertentu menggunakan fitur *probe* dan *XY plot* pada *flow simulation* untuk setiap variasi, sehingga parameter kecepatan, suhu, dan tekanan dapat diketahui nilai atau *value* dari parameter tersebut.

3.5.8 Analisa Simulasi

Analisa simulasi dilakukan berdasarkan pola aliran udara yang terbentuk pada sistem dan volume kosong pada tangki bahan bakar. Analisa juga dilakukan pada perubahan kecepatan, tekanan, dan temperatur pada titik-titik tertentu pada setiap variasi kecepatan dan perubahan volume tangki bahan bakar. Untuk memudahkan proses analisa, akan digunakan perbandingan setiap variasi kecepatan dan ditampilkan menggunakan grafik.

3.5.9 Kesimpulan Simulasi

Dari serangkaian *flow simulation* CFD yang telah dilakukan, akan dibuat kesimpulan dari analisa simulasi aliran udara dengan pengering kelembapan gel silika pada model tangki bahan bakar biodiesel pada motor diesel 125 kW.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Simulasi Aliran Udara Pada Tangki Dengan Volume 80%

Simulasi dilakukan untuk menentukan tingkat keberhasilan dari proses *assembly* dan sistem yang telah dibuat berdasarkan diagram skematik. Simulasi *flow* analisis ini bertujuan untuk mendapatkan pola aliran udara yang baik dan ideal pada tangki bahan bakar dengan tambahan sistem gel silika, untuk mengatur tingkat kelembapan. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir pertumbuhan mikroba yang diakibatkan dari lingkungan yang lembap. Analisa dengan menggunakan grafik distribusi kecepatan di area tertentu akan dilakukan pada sistem gel silika untuk mengetahui adanya perubahan pada setiap variasi kecepatan.

4.1.1. Kecepatan Aliran 0.001 m/s Dengan Volume Tangki 80%

Pada simulasi pertama, kecepatan pada sistem akan diatur pada kecepatan yang mendekati nol yaitu 0.001 m/s. Dengan memperlambat laju aliran dapat, memungkinkan pola dan sirkulasi aliran udara dapat lebih stabil dan penggunaan gel silika sebagai penyerap dapat bertahan lama. Akibat dari adanya gel silika sebagai penghambat, pola aliran pada saat memasuki sistem gel silika sempat berubah sebelum memasuki tangki bahan bakar.



Gambar 4. 1. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%)

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, dengan mengatur kecepatan 0.001 m/s akan menyebabkan fluida tidak terdistribusi secara menyeluruh di dalam tangki (hanya Sebagian). Dengan kata lain akan ada terdapat area yang kelembapan nya masih tinggi. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%)

Dengan adanya pengecilan sistem pipa yang berada setelah sistem gel silika, menyebabkan adanya peningkatan kecepatan yang mencapai 0.003 m/s. Namun kecepatan aliran fluida akan berkurang secara drastis setelah memasuki tangki bahan bakar, yaitu mencapai 0.0000003 m/s hingga 0.001 m/s (maksimal).

Dengan menggunakan *cut plots*, persebaran dari *pressure* yang ada pada model setelah dilakukannya simulasi dapat terlihat. Pada tahap ini dapat dilakukan pengecekan secara global, dengan bantuan fitur *probe* dapat memberikan informasi nilai (*value*) dari parameter yang dibutuhkan. Pada gambar 4.3, tekanan tertinggi dengan nilai 101314.50 pascal dan tekanan terendah dengan nilai 101306.67 pascal.



Gambar 4. 3. Persebaran Tekanan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%)

4.1.2 Kecepatan Aliran 0.003 m/s Dengan Volume Tangki 80%

Pengaturan peningkatan kecepatan menjadi 0.003 m/s mengakibatkan perubahan yang signifikan pada pola aliran fluida. Hal ini menyebabkan fluida dapat menyentuh permukaan bahan bakar B30 dan mengakibatkan perubahan pola aliran fluida, keseluruh arah didalam tangki. Namun terdapat beberapa aliran fluida yang menabrak dinding tangki bahan bakar, menyebabkan aliran fluida masuk kembali kearah sumber masuk atau *looping*. Pola aliran udara dengan pengaturan kecepatan 0.003 m/s pada tangki bahan bakar dengan volume 80% dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%)

Akibat dari perubahan arah pada aliran fluida, menyebabkan fluida dapat terdistribusi hampir keseluruh area pada tangki bahan bakar. Sehingga pertukaran kondisi lembap pada tangki dapat terjadi secara sempurna. Namun, peningkatan kecepatan menjadi 0.003 m/s dapat menyebabkan fluida keluar lebih cepat melalui outlet sehingga memungkinkan zat pengering dari gel silika akan lebih cepat menjadi jenuh dan membutuhkan proses pengeringan lebih cepat jika dibandingkan dengan pengaturan kecepatan 0.001 m/s. Penyebaran fluida udara pada tangki dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%)

Pada potongan bentuk hasil dari *cut plot* dengan parameter kecepatan pada gambar 4.6, merupakan persebaran kecepatan pada seluruh titik atau secara global. Berdasarkan titik pertama yang terletak pada posisi sebelum melewati sistem gel silika, memiliki kecepatan sebesar 0.005 m/s. Akibat dari adanya percepatan dari *blower* memungkinkan adanya perubahan pada kecepatan aliran udara.

Kecepatan tertinggi dicapai pada saat aliran udara akan memasuki tangki bahan bakar, dengan kecepatan mencapai 0.011 m/s. Namun kecepatan aliran udara pada tangki bahan bakar mengalami pengurangan akibat dari adanya ruangan kosong yang luas, menyebabkan penyebaran juga semakin luas keseluruh arah seperti halnya pada gambar 4.5.



Gambar 4. 6. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%)

4.1.3 Kecepatan Aliran 0.005 m/s Dengan Volume Tangki 80%

Peningkatan kecepatan menjadi 0.005 m/s mengakibatkan perubahan yang sangat signifikan pada pola aliran fluida. Hal ini menyebabkan fluida melakukan penyebaran keseluruh area pada tangki bahan bakar. Terdistribusinya aliran udara dengan kandungan gel silika sebagai pertukaran kondisi lembap pada tangki dapat terjadi secara sempurna.



Gambar 4. 7. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80%)

Namun, peningkatan kecepatan menjadi 0.005 m/s menyebabkan fluida akan keluar lebih cepat melalui outlet sehingga efektifitas zat pengering dari gel silika tidak sebaik dengan pengaturan kecepatan 0.003 m/s dan 0.001 m/s. Peningkatan tekanan pada saat memasuki tangki bahan bakar mengalami kenaikan paling tinggi jika dibandingkan dengan pengaturan kecepatan rendah. Penyebaran fluida udara pada tangki dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Tekanan (Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80%)

Pada gambar 4.9, peningkatan kecepatan tertinggi akan selalu terjadi setelah aliran fluida melewati sistem gel silika, yaitu pada saat memasuki *system piping* dengan diameter yang lebih kecil. Dengan kondisi kecepatan tertinggi didapatkan pada titik keluar fluida dari *system piping* tersebut yang mencapai 0.02 m/s.



Gambar 4. 9. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80%)

Pada keseluruhan sistem dengan variasi kecepatan 0.005 m/s, peningkatan tertinggi terhadap tekanan berada pada permukaan bahan bakar dengan volume 80%. Tekanan tertinggi dengan nilai 101314.49 pascal dan tekanan terendah dengan nilai 101306.77 pascal.

4.2 Analisa Simulasi Aliran Udara Pada Tangki Dengan Volume 90%

4.2.1. Kecepatan Aliran 0.001 m/s Dengan Volume Tangki 90%

Perubahan volume menjadi 90% mengakibatkan hanya ada tersisa 10% volume kosong pada tangki bahan bakar. Hal ini menyebabkan aliran udara pada setiap variasi kecepatan akan selalu menabrak permukaan dari bahan bakar. Dengan adanya hal tersebut, dapat dipastikan penyebaran aliran udara akan memiliki area yang lebih luas.



Gambar 4. 10. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%)

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, dengan mengatur kecepatan 0.001 m/s pada kondisi volume bahan bakar mencapai 90%, penyebaran aliran udara pada satu sisi tangki akan lebih baik. Semakin besar area terdistribusinya aliran udara dengan kandungan gel silika, pertukaran kondisi lembap pada tangki dengan udara kering dapat lebih baik.



Gambar 4. 11. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%)

Persebaran dari *pressure* yang ada pada model setelah dilakukannya simulasi dapat terlihat dengan menggunakan *cut plots*. Dengan bantuan fitur *probe* dapat memberikan informasi nilai (*value*) dari parameter yang dibutuhkan. Pada gambar 4.12. Perubahan tekanan paling tinggi terjadi pada saat berada pada permukaan tangki, yaitu dengan tekanan tertinggi mencapai 101313.26 pascal dan terendah yaitu 101306.66 pascal.



Gambar 4. 12. Persebaran Tekanan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%)

Dengan adanya pengecilan sistem pipa yang berada setelah sistem gel silika, menyebabkan adanya peningkatan kecepatan yang mencapai 0.003 m/s. Namun kecepatan aliran fluida akan berkurang secara drastis setelah memasuki tangki bahan bakar, yaitu mencapai 0.00002 m/s hingga 0.001 m/s (maksimal).

4.2.2. Kecepatan Aliran 0.003 m/s Dengan Volume Tangki 90%

Pengaturan variasi kecepatan menjadi 0.003 m/s dan perubahan volume menjadi 90% pada tangki bahan bakar. Hal ini menyebabkan aliran udara pada setiap variasi kecepatan akan selalu menabrak permukaan dari bahan bakar dan merubah arah aliran udara dalam tangki. Dengan adanya peningkatan volume menjadi 90%, berdampak pada arah persebaran aliran udara yang lebih luas dan distribusi terjadi secara sempurna. Serta, tekanan tangki bahan bakar lebih kecil jika dibandingkan dengan tangki bahan bakar dengan kondisi volume mencapai 80%.



Gambar 4. 13. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%)

Akibat dari peningkatan kecepatan aliran fluida, menyebabkan fluida bergerak cepat setelah memasuki tangki bahan bakar. Serta dengan bertambahnya kecepatan, persebaran aliran udara dapat mencapai hampir seluruh volume kosong yang berada pada tangki bahan bakar. Penyebaran fluida udara pada tangki saat pengaturan aliran 0.003 m/s dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4. 14. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%)

Pola aliran udara yang terbentuk pada variasi kecepatan 0.003 m/s, terbentuk lebih baik dari variasi kecepatan 0.001 m/s. Pada hasil potongan plot dari model tangki bahan bakar pada gambar 4.15, kecepatan tertinggi dicapai pada saat aliran udara akan memasuki tangki bahan bakar, dengan kecepatan mencapai 0.015 m/s. Tekanan tertinggi dengan nilai 101313.27 pascal dan tekanan terendah dengan nilai 101306.68 pascal.



Gambar 4. 15. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%)

4.2.3. Kecepatan Aliran 0.005 m/s Dengan Volume Tangki 90%

Peningkatan kecepatan menjadi 0.005 m/s mengakibatkan perubahan yang sangat signifikan pada pola aliran fluida. Hal ini menyebabkan fluida melakukan penyebaran keseluruh area pada tangki bahan bakar. Terdistribusinya aliran udara dengan kandungan gel silika dibutuhkan sebagai pertukaran kondisi lembap pada tangki. Dengan area distribusi yang luas, pertukaran dapat terjadi secara sempurna.



Gambar 4. 16. Penyebaran Fluida Tampak Samping dengan Parameter Tekanan (Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%)

Namun, peningkatan kecepatan menjadi 0.005 m/s menyebabkan fluida keluar lebih cepat melalui outlet sehingga efektifitas zat pengering dari gel silika tidak sebaik dengan pada saat pengaturan kecepatan rendah. Peningkatan kecepatan pada saat sebelum memasuki tangki bahan bakar mengalami kenaikan paling tinggi jika dibandingkan dengan pengaturan kecepatan rendah lainnya. Penyebaran fluida udara pada tangki dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4. 17. Penyebaran Fluida Tampak Atas dengan Parameter Kecepatan (Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%)

Pada gambar 4.18, peningkatan kecepatan tertinggi akan selalu terjadi setelah aliran fluida melewati sistem gel silika, yaitu pada saat memasuki *system piping* dengan diameter yang lebih kecil. Dengan kondisi kecepatan tertinggi didapatkan pada titik keluar fluida dari *system piping* tersebut yang mencapai 0.018 m/s dengan tekanan sebesar 101312.16 pascal.



Gambar 4. 18. Persebaran Kecepatan Pada Model Tangki (Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%)

Pada keseluruhan sistem dengan variasi kecepatan 0.005 m/s, peningkatan tertinggi terhadap tekanan berada pada permukaan bahan bakar dengan volume 90%. Tekanan tertinggi didapat pada tangki dengan nilai 101313.10 pascal dan tekanan terendah dengan nilai 101306.77 pascal.

4.3 Analisa Variasi Kecepatan Terhadap Perubahan Tekanan dan Kecepatan Pada Sistem Gel Silika

Untuk menjawab perumusan masalah, perubahan tekanan dan kecepatan akibat dari adanya gel silika pada setiap variasi kecepatan akan didapatkan dengan bantuan fitur SolidWorks. Fitur *XY plot* akan digunakan untuk mengetahui nilai parameter secara spesifik pada jalur lintasan yang telah dibuat dengan panjang tertentu.

Pada simulasi yang telah dilakukan, lintasan aliran udara yang digunakan dimulai dari *blower* hingga area luar sistem gel silika, dengan total panjang lintasan mencapai 87 cm. Sistem gel silika akan berada pada jalur lintasan dengan *range* 45 cm hingga 70 cm, sehingga perbedaan dan perubahan tekanan serta kecepatan sesudah dan sebelum melewati sistem gel silika dapat diketahui.

4.3.1. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%

Pada simulasi tahap pertama dengan kondisi volume tangki 80% dan kecepatan aliran 0.001 m/s, didapatkan data-data terhadap tekanan pada titik-titik yang diinginkan. Berikut pada gambar grafik 4.19, tentang perubahan tekanan pada variasi kecepatan 0.001 dengan volume 80% pada saat sebelum dan sesudah melewati sistem gel silika.



Gambar 4. 19. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.19, terjadi peningkatan dan penurunan tekanan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika, namun perbedaan tersebut tidak signifikan. Berdasarkan data, peningkatan tertinggi yaitu 101308.0354 pascal dan penurunan tertinggi mencapai 101308.0320 pascal.

Akibat adanya penurunan dan kenaikan tekanan pada saat memasuki sistem gel silika, dapat dipastikan dengan adanya gel silika dapat mempengaruhi tekanan. Selanjutnya grafik tentang perubahan kecepatan pada variasi kecepatan 0.001 dengan volume 80% pada saat sebelum dan sesudah melewati sistem gel silika.



Gambar 4. 20. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.20. diawali dari *blower*, kecepatan akan terbentuk dari titik 0 sampai kecepatan 0.001 m/s dan terjadi penurunan kecepatan sebelum kecepatan kembali meningkat secara konstan. Dapat terlihat pada Panjang lintasan dengan batas 45 cm hingga 70 cm terjadi penurunan kecepatan, hal tersebut terjadi pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan, penurunan kecepatan yang paling tinggi mencapai 0.00065 m/s.

Kenaikan kecepatan juga terjadi pada saat aliran udara keluar dari sistem gel silika, hal ini terjadi karena aliran udara memasuki sistem pipa yang lebih kecil dari sistem pipa yang sebelumnya. Kenaikan kecepatan secara drastis yaitu sebesar 0.00376 m/s.

4.3.2. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%

Pada gambar grafik 4.21, akan terlihat perubahan tekanan pada variasi kecepatan 0.003 dengan volume 80% pada saat sebelum dan sesudah melewati sistem gel silika. Sama halnya dengan grafik sebelumnya, perubahan tekanan tidak terjadi secara drastis.

Pada keseluruhan sistem dengan pengaturan variasi kecepatan 0.003 m/s, peningkatan tertinggi terhadap tekanan berada pada permukaan bahan bakar dengan volume 80%. Tekanan tertinggi dengan nilai 101314.48 pascal dan tekanan terendah dengan nilai 101306.75 pascal.



Gambar 4. 21. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Pada grafik tersebut, terjadi peningkatan dan penurunan tekanan saat aliran udara memasuki sistem gel silika, Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, peningkatan tekanan tertinggi yaitu pada 101308.0360 pascal dan penurunan tertinggi dicapai pada 101308.0322 pascal. Perbedaan antara titik tertinggi dan terendah yaitu sebesar 0.0038 pascal.



Gambar 4. 22. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.22, kecepatan akan terbentuk dari putaran *blower* dimulai dititik 0 sampai kecepatan 0.002 m/s dan terjadi kenaikan secara konstan, hampir mencapai kecepatan 0.006 m/s sebelum memasuki sistem gel silika. Sesuai gambar 4.8, terjadi penurunan kecepatan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan, penurunan kecepatan yang paling tinggi dicapai pada jalur lintasan aliran udara dari *blower* sepanjang 60 cm dengan kecepatan 0.00194 m/s.

Kenaikan kecepatan akan terjadi pada saat aliran udara keluar dari sistem gel silika dan memasuki sistem pipa dengan area yang lebih kecil dari pipa sebelumnya. Kenaikan kecepatan terjadi secara konstan dari 0.00194 m/s hingga 0.012 m/s.

- Pressure Change With Velocity Variation of 0.005 m / s and Volume 80% (Silica Gel System) 101308.04 101308.04 101308.04 Pressure [Pa] 101308.04 101308.03 101308.03 101308.03 101308.03 101308.03 0 0.1 0.2 0.3 0.5 0.40.6 0.7 0.8 0.9 Length of the Airflow [m]
- 4.3.3. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80%

Gambar 4. 23. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.23. perubahan tekanan, terjadi peningkatan dan penurunan tekanan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, peningkatan tertinggi yaitu 101308.0374 pascal dan penurunan tertinggi dicapai pada nilai tekanan 101308.0334 pascal.



Gambar 4. 24. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.24. tentang perubahan kecepatan pada area sistem gel silika, terdapat penurunan kecepatan akibat adanya gel silika pada lintasan jalur aliran fluida udara. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, kecepatan terendah saat aliran udara melewati sistem gel silika yaitu pada kecepatan 0.00364 m/s.

Kenaikan kecepatan akan terjadi pada saat aliran udara keluar dari sistem gel silika dan memasuki sistem pipa, dengan kenaikan kecepatan naik secara konstan dari 0.00364 m/s hingga 0.022 m/s.

4.3.4. Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s pada Volume 80% Terhadap Perubahan Tekanan Pada Sistem Gel Silika

Berdasarkan dari tiga variasi kecepatan terhadap grafik perubahan tekanan pada model tangki bahan bakar SolidWorks. Dapat dibuat perbandingan dari perubahan tekanan dari setiap variasi kecepatan.

Dalam gambar grafik 4.25, perbedaan terhadap perubahan tekanan berupa peningkatan maupun penurunan dipengaruhi oleh kecepatan aliran yang akan memasuki sistem gel silika.



Gambar 4. 25. Perbandingan Tekanan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan grafik tersebut semakin tinggi kecepatan aliran fluida, maka tekanan juga akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat dilihat pada tingkat kenaikan awal saat fluida mulai bergerak melalui lintasan jalur. Untuk simulasi dengan parameter kecepatan yang rendah, nilai dari tekanan akan sangat sulit dilihat perbedaannya.

Berdasarkan dari ketiga simulasi variasi kecepatan, terdapat perbedaan peningkatan maupun penurunan tekanan pada saat memasuki sistem gel silika. Namun, semua tekanan memungkinkan untuk dianggap selalu bernilai 1 atm, karena perbedaan peningkatan maupun penurunan pada saat melewati sistem gel silika tidak lebih dari 1 pascal.

4.4.5 Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s pada Volume 80% Terhadap Perubahan Kecepatan Pada Sistem Gel Silika

Berdasarkan dari tiga variasi kecepatan terhadap grafik perubahan kecepatan pada model tangki bahan bakar SolidWorks. Dapat dibuat perbandingan dari perubahan kecepatan pada sistem gel silika dari setiap variasi kecepatan.

Dalam gambar grafik 4.26, perbedaan terhadap perubahan kecepatan pada sistem gel silika akan dipengaruhi oleh kecepatan aliran yang akan memasuki sistem gel silika tersebut.



Gambar 4. 26. Perbandingan Kecepatan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 80% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan grafik perbandingan tiga variasi kecepatan terhadap perubahan kecepatan saat memasuki sistem gel silika. Semakin tinggi kecepatan aliran fluida, maka *velocity drop* juga akan semakin tinggi. Hal tersebut dapat dilihat pada tingkat penurunan kecepatan pada saat aliran udara mulai memasuki sistem gel silika pada *range* jalur lintasan 45 cm hingga 70 cm. Penurunan kecepatan diakibatkan oleh adanya gel silika.

Untuk simulasi dengan variasi kecepatan yang rendah (0.001 m/s), nilai dari penurunan kecepatan tidak sesignifikan penurunan kecepatan pada variasi kecepatan yang lebih tinggi (0.003 m/s dan 0.005 m/s). Berdasarkan dari ketiga simulasi variasi kecepatan, semua penurunan kecepatan dapat diakibatkan dari tingginya kecepatan aliran udara yang akan memasuki sistem gel silika. Semakin tinggi kecepatan pada aliran udara sebelum memasuki sistem, maka penurunan kecepatan juga akan semakin tinggi saat memasuki sistem.

Peningkatan kecepatan pada setiap variasi kecepatan juga selalu mengalami peningkatan secara signifikan ketika aliran udara memasuki sistem pipa yang telah diatur memiliki diameter yang lebih kecil. Semakin tinggi variasi kecepatan maka semakin tinggi juga peningkatan yang akan terjadi.



4.4.6. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%

Gambar 4. 27. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan grafik perubahan tekanan dengan variasi kecepatan 0.001 m/s dan volum3 90%, terjadi penurunan secara drastis terhadap tekanan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, peningkatan tertinggi yaitu 101308.0507 pascal dan penurunan tertinggi dicapai pada nilai tekanan 101307.9436 pascal.



Gambar 4. 28. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.28 diawali dari *blower*, kecepatan akan terbentuk dari titik 0 sampai kecepatan 0.001 m/s dan terjadi penurunan kecepatan sebelum kecepatan kembali meningkat secara konstan. Pada panjang lintasan dengan batas 45 cm hingga 70 cm terjadi penurunan kecepatan, hal tersebut terjadi pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan, penurunan kecepatan yang paling tinggi pada saat aliran udara berada pada sistem gel silika yaitu mencapai 0.0003 m/s. Kecepatan aliran udara setelah keluar dari sistem gel silika, meningkat mencapai 0.00345 m/s.

4.4.7. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%



Gambar 4. 29. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.29. tentang perubahan tekanan, terjadi peningkatan dan penurunan tekanan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, peningkatan tertinggi yaitu dicapai pada saat aliran udara berada pada tengah sistem gel silika dengan tekanan 101308.0538 pascal dan penurunan tertinggi dicapai pada nilai tekanan 101307.9445 pascal.

Berdasarkan gambar grafik 4.30, kecepatan akan terbentuk dari putaran *blower* dimulai dititik 0 sampai kecepatan 0.003 m/s dan terjadi kenaikan secara konstan, hampir mencapai kecepatan 0.007 m/s sebelum memasuki sistem gel silika. Sesuai gambar 4.30, terjadi penurunan kecepatan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan, penurunan kecepatan yang paling tinggi dicapai pada jalur lintasan aliran udara dari *blower* sepanjang 60 cm dengan kecepatan 0.00121 m/s.



Gambar 4. 30. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Kenaikan kecepatan akan terjadi pada saat aliran udara keluar dari sistem gel silika dan memasuki sistem pipa dengan area yang lebih kecil dari pipa sebelumnya. Kenaikan kecepatan terjadi secara konstan dari 0.00121 m/s hingga 0.0148 m/s.

4.4.8. Perubahan Tekanan dan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%



Gambar 4. 31. Grafik Perubahan Tekanan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.31 terhadap perubahan tekanan dengan variasi kecepatan 0.005 m/s dan volume 90%, terjadi peningkatan dan penurunan tekanan pada saat aliran udara melintasi sistem gel silika. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, peningkatan tertinggi yaitu 101308.0541 pascal dan penurunan tertinggi dicapai pada nilai tekanan 101307.9777 pascal.



Gambar 4. 32. Grafik Perubahan Kecepatan Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.32. tentang perubahan kecepatan pada area sistem gel silika, terdapat penurunan kecepatan akibat adanya gel silika pada lintasan jalur aliran fluida udara. Berdasarkan data yang telah didapatkan dari hasil simulasi, kecepatan terendah saat aliran udara melewati sistem gel silika yaitu pada kecepatan 0.0015 m/s.

Kenaikan kecepatan akan terjadi pada saat aliran udara keluar dari sistem gel silika dan memasuki sistem pipa, dengan kenaikan kecepatan naik secara konstan dari 0.0015 m/s hingga 0.018 m/s.

4.4.9. Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s pada Volume 90% Terhadap Perubahan Tekanan Pada Sistem Gel Silika

Setelah didapatkannya data dari hasil simulasi pada setiap variasi kecepatan pada volume tangki 90%, grafik perbandingan terhadap perubahan tekanan dapat dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui *pressure drop* tertinggi dan terendah pada saat aliran udara memasuki sistem gel silika, serta pengaruh dari peningkatan kecepatan pada saat kondisi volume tangki hampir penuh.


Gambar 4. 33. Perbandingan Tekanan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan dari tiga variasi kecepatan terhadap grafik perubahan tekanan pada model tangki bahan bakar SolidWorks. Perbedaan antara tiap variasi tekanan berupa peningkatan maupun penurunan memiliki perbedaan yang sangat kecil perbedaannya. Dari gambar grafik 4.33, variasi kecepatan 0.005 m/s memiliki tekanan yang lebih tinggi dari variasi kecepatan lainnya dan *pressure drop* yang lebih rendah. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan adanya gel silika dapat menyebabkan adanya kerugian berupa penurunan tekanan.

4.4.10. Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s pada Volume 90% Terhadap Perubahan Kecepatan Pada Sistem Gel Silika

Setelah data didapatkan dari hasil simulasi pada setiap variasi kecepatan pada volume tangki 90%, grafik perbandingan terhadap perubahan kecepatan dapat dibuat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengurangan kecepatan terendah pada saat aliran udara memasuki sistem gel silika.



Gambar 4. 34. Perbandingan Kecepatan Dengan 3 Variasi Kecepatan dan Volume 90% (Sistem Gel Silika)

Berdasarkan gambar grafik 4.34, tentang perbandingan tiga variasi kecepatan terhadap perubahan kecepatan saat memasuki sistem gel silika. Untuk simulasi dengan variasi kecepatan yang rendah (0.001 m/s), nilai dari penurunan kecepatan tidak sesignifikan penurunan kecepatan pada variasi kecepatan 0.003 m/s dan 0.005 m/s.

Semakin tinggi kecepatan aliran fluida, maka penurunan kecepatan juga akan semakin tinggi. Berdasarkan dari ketiga simulasi variasi kecepatan yang telah dilakukan, semua penurunan kecepatan dapat diakibatkan dari tingginya kecepatan aliran udara yang akan memasuki sistem gel silika. Jadi dapat dikatakan bahwa jika semakin tinggi kecepatan pada aliran udara sebelum memasuki sistem, penurunan kecepatan juga akan semakin tinggi saat memasuki sistem.

4.4 Analisa Variasi Kecepatan Terhadap Perubahan Temperatur Pada Sistem *Heater*

Gel silika dapat mengalami kejenuhan akibat dari penyerapan uap air yang berlebih, hal ini menyebabkan gel silika perlu dilakukannya pengeringan menggunakan *heater* atau sumber panas lainnya. Pada simulasi ini akan menggunakan *heater* sebagai media pengeringan bagi gel silika. Untuk mengetahui temperatur udara saat sebelum dan sesudah memasuki *heater*, akan digunakan *XY plot* dengan jalur lintasan sepanjang 77 cm yang dimulai dari *blower* hingga luar sistem *heater*.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, *heater* akan berada pada jalur lintasan aliran udara berada pada *range* 50 cm hingga 67 cm. pada gambar 4.35, *heater* yang digunakan menggunakan gas buang sebagai sumber panas.



Gambar 4. 35. Simulasi Aliran Gas Buang pada Heater

4.4.1. Kecepatan Aliran 0.001 m/s Pada Sistem Heater

Simulasi pertama yaitu, kecepatan aliran pada *heater* dengan pengaturan kecepatan mencapai 0.001 m/s. Perlakuan ini dilakukan untuk memperlambat proses distribusi suhu yang ada pada aliran fluida, sehingga pengeringan gel silika dapat terjadi secara merata pada setiap area.



Gambar 4. 36. Penyebaran Fluida dengan Parameter Kecepatan Pada Sistem *Heater* (Variasi Kecepatan 0.001 m/s)

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, penyebaran udara panas menyebar secara menyeluruh pada sistem gel silika, menyebabkan distribusi panas efektif. Pada gambar 4.36, ketika udara memasuki sistem *heater* maupun sistem gel silika, terjadi persebaran aliran secara menyeluruh pada area tersebut.

Akibat adanya perluasan area, kecepatan pada sistem tersebut berkurang. Perlu diketahui juga bahwa kecepatan pada simulasi tersebut akan terus naik seiring peningkatan temperatur. *Friction* atau gesekan pada bagian *surface* pipa juga dapat mempengaruhi atau meningkatkan kecepatan pada aliran fluida.



Gambar 4. 37. Persebaran Temperatur Pada Sistem *Heater* (Variasi Kecepatan 0.001 m/s)

Peningkatan temperatur pada seluruh sistem dengan variasi kecepatan 0.001 m/s dapat diketahui dengan penggunaan *cut plot* pada sistem *heater* seperti gambar 4.37. Gambar tersebut menjelaskan persebaran temperatur yang dibawa oleh fluida udara dimulai dari *blower*. Peningkatan maksimal temperatur mencapai 24.88°C. Peningkatan terjadi dari 20.05°C hingga 44.93°C.

Penggunaan XY plot pada *flow simulation* untuk *heater* telah dibuat sepanjang 80 cm, Sistem *heater* akan berada pada jalur lintasan pada *range* 50 cm hingga 66 cm, sehingga proses analisa dapat dilakukan.



Gambar 4. 38. Grafik Perubahan Temperatur Pada Sistem *Heater* Dengan Variasi Kecepatan 0.001 m/s

Berdasarkan perubahan temperatur dari gambar grafik 4.38, temperatur akan terbentuk dari putaran *blower* dimulai dititik 0 dan sempat terjadi penurunan temperatur 0.8°K sebelum meningkat secara konstan. Hal ini mungkin terjadi akibat adanya pertambahan kecepatan *blower* dan menyebabkan adanya penurunan temperatur.

Sesaat sebelum fluida udara akan memasuki sistem *heater*, sesuai grafik 4.38, terjadi kenaikan temperatur. Pada saat aliran udara belum memasuki *heater*, kenaikan temperatur sudah terjadi secara konstan. Berdasarkan data yang telah didapatkan, temperatur pada saat memasuki sistem *heater* mencapai 309.39°K dan temperatur setelah melewati sistem *heater* menjadi 314.21°K.

4.4.2. Kecepatan Aliran 0.003 m/s Pada Sistem Heater

Simulasi kedua yaitu, kecepatan aliran pada *heater* dengan pengaturan kecepatan mencapai 0.003 m/s. Dengan adanya penambahan kecepatan akan mempercepat proses distribusi suhu yang ada pada aliran fluida, sehingga pengeringan gel silika akan terjadi lebih lama karena aliran udara yang terlalu cepat.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, penyebaran udara panas menyebar secara menyeluruh pada sistem gel silika, menyebabkan distribusi panas efektif.



Gambar 4. 39. Penyebaran Fluida dengan Parameter Kecepatan Pada Sistem *Heater* (Variasi Kecepatan 0.003 m/s)

Pada hasil simulasi, terdapat adanya peningkatan kecepatan pada area *blower* yang mencapai 0.128 m/s sebelum berkurang menjadi 0.48 m/s. Akibat adanya peningkatan kecepatan, menyebabkan temperatur pada sistem tersebut lebih sedikit jika dibandingkan dengan pengaturan kecepatan 0.001 m/s. Perlu diketahui juga bahwa kecepatan pada simulasi dipengaruhi oleh ada *friction* atau gesekan pada bagian *surface* pipa. Hal tersebut dapat mempengaruhi atau meningkatkan kecepatan pada aliran fluida.



Gambar 4. 40. Persebaran Temperatur Pada Sistem *Heater* (Variasi Kecepatan 0.003 m/s)

Peningkatan temperatur pada seluruh sistem dengan variasi kecepatan 0.003 m/s dapat diketahui dengan penggunaan *cut plot* pada sistem *heater* seperti gambar 4.40. Gambar tersebut menjelaskan persebaran temperatur yang dibawa oleh fluida udara dimulai dari *blower*. Peningkatan maksimal temperatur mencapai 23.87°C. Peningkatan terjadi dari 20.05°C hingga 43.92°C.



Gambar 4. 41. Grafik Perubahan Temperatur Pada Sistem *Heater* Dengan Variasi Kecepatan 0.003 m/s

Berdasarkan gambar grafik 4.41. perubahan temperatur dengan variasi kecepatan 0.003 m/s, temperatur akan terbentuk dari putaran *blower* dimulai dititik 0 dan sempat terjadi penurunan temperatur sebesar 1°K sebelum meningkat secara konstan. Hal ini mungkin terjadi akibat adanya pertambahan kecepatan pada aliran fluida akibat dari pengaturan kecepatan yang terlalu rendah (0.003 m/s) dan menyebabkan adanya penurunan temperatur.

Sesaat sebelum fluida udara akan memasuki sistem *heater*, sesuai grafik 4.41, terjadi kenaikan temperatur. Pada saat aliran udara belum memasuki *heater*, kenaikan temperatur sudah terjadi secara konstan. Berdasarkan data yang telah didapatkan, temperatur pada saat memasuki sistem *heater* mencapai 307.74°K dan temperatur setelah melewati sistem *heater* menjadi 313.01°K.

4.4.3. Kecepatan Aliran 0.005 m/s Pada Sistem Heater

Pada simulasi terakhir, dengan kecepatan aliran pada *heater* diatur mencapai 0.005 m/s. Dengan adanya penambahan kecepatan akan mempercepat proses distribusi suhu yang ada pada aliran fluida, namun temperatur yang berada pada aliran udara tidak meningkat secara signifikan, karena aliran yang terlalu cepat saat melewati sistem *heater*.



Gambar 4. 42. Penyebaran Fluida dengan Parameter Kecepatan Pada Sistem *Heater* (Variasi Kecepatan 0.005 m/s)

Pada hasil simulasi ini, berbeda dengan hasil simulasi dengan variasi kecepatan 0.001 m/s dan 0.003 m/s. Akibat dari variasi kecepatan 0.005 m/s, kenaikan dari kecepatan pada area *blower* tidak signifikan, hal ini dimungkinkan pengaruh dari putaran *blower* yang terlalu kecil terhadap variasi kecepatan 0.005 m/s. Menyebabkan aliran udara terbentuk lebih baik dari variasi kecepatan sebelumnya.



Gambar 4. 43. Persebaran Temperatur Pada Sistem *Heater* (Variasi Kecepatan 0.003 m/s)

Dengan variasi kecepatan 0.005 m/s persebaran temperatur terjadi lebih cepat jika dibandingkan dengan variasi kecepatan rendah. Namun, peningkatan temperatur pada aliran udara akan rendah dan tidak setinggi pengaturan dengan variasi kecepatan rendah.

Peningkatan temperatur pada seluruh sistem dengan variasi kecepatan 0.005 m/s dapat diketahui dengan penggunaan *cut plot* pada sistem *heater* seperti gambar 4.43. Gambar tersebut menjelaskan persebaran temperatur yang dibawa oleh fluida udara dimulai dari *blower*. Peningkatan maksimal temperatur mencapai 18.64°C. Peningkatan terjadi dari 20.10°C hingga 38.74°C.



Gambar 4. 44. Grafik Perubahan Temperatur Pada Sistem *Heater* Dengan Variasi Kecepatan 0.005 m/s

Berdasarkan gambar grafik 4.44. perubahan temperatur dengan variasi kecepatan 0.005 m/s, temperatur akan terbentuk dari putaran *blower* dimulai dititik 0 dan mengalami penurunan temperatur sebelum meningkat secara konstan.

Sesaat sebelum fluida udara akan memasuki sistem *heater*, sesuai grafik 4.44, terjadi kenaikan temperatur. Pada saat aliran udara belum memasuki *heater*, kenaikan temperatur sudah terjadi secara konstan. Berdasarkan data yang telah didapatkan, temperatur pada saat memasuki sistem *heater* mencapai 301.46°K dan temperatur setelah melewati sistem *heater* menjadi 306.76°K.

4.4.4. Perbandingan Variasi Kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s pada Sistem *Heater* Terhadap Perubahan Temperatur



Gambar 4. 45. Perbandingan 3 Variasi Kecepatan pada Sistem *Heater* Terhadap Perubahan Temperatur

Berdasarkan gambar grafik 4.45, tentang perbandingan tiga variasi kecepatan terhadap perubahan temperatur saat memasuki sistem *heater*. Untuk simulasi dengan variasi kecepatan yang 0.001 m/s dan 0.003, nilai dari peningkatan temperatur pada saat melewati sistem *heater* akan sangat tinggi. Berbanding terbalik dengan variasi kecepatan 0.005 m/s. Hal ini diakibatkan karena waktu yang didapatkan oleh variasi kecepatan 0.001 m/s dan 0.003 m/s pada saat melewati *heater* sangat lama akibat dari kecepatan aliran yang rendah. Sedangkan variasi kecepatan 0.005 m/s membutuhkan waktu yang lebih sedikit untuk melewati sistem *heater*. Namun aliran fluida yang terbentuk pada variasi kecepatan 0.005 m/s lebih baik. Sehingga dari gambar grafik 4.45, dapat disimpulkan bahwa semakin rendah kecepatan yang memasuki sistem *heater* akan memiliki temperatur aliran udara yang lebih tinggi.

Jika dibandingkan dengan tiap variasi, semakin rendah kecepatan aliran udara yang memasuki sistem *heater* memiliki tingkat pemanasan yang lebih baik. Sehingga proses pengeringan gel silika yang efektif telah dicapai pada saat kecepatan aliran udara diatur pada kecepatan 0.001 m/s (rendah).

Pengaruh dari peningkatan kecepatan aliran udara terhadap gel silika, dapat menyebabkan penyerapan air pada udara bebas terjadi lebih cepat. Pada kondisi jenuh, kemampuan gel silika dalam menyerap air dapat berkurang secara drastis dan kinerja menjadi menurun. Pada kondisi tersebut, maka terjadi perubahan warna dari biru menjadi kemerahan dan transparan. Dengan cara pengeringan menggunakan pemanas atau sinar matahari, gel silika dapat digunakan kembali. Sehingga, warna dari gel silika dapat dijadikan sebagai indikator dari tingkat kejenuhan (Marlina, 2006).

Untuk mendapatkan tingkat kelembapan yang rendah dan pengeringan yang cepat. Proses pemanasan menggunakan *heater* dapat dilakukan sebelum kondisi gel silika berada dalam tingkat jenuh dan dengan pengaturan kecepatan aliran udara pada 0.001 m/s.

4.5 Pembahasan

Pada tahap simulasi, pengaturan kecepatan 0.001 m/s menghasilkan bentuk aliran udara yang tidak secara sempurna terdistribusi. Persebaran hanya terjadi pada sebagian model tangki, sehingga kondisi ini menyebabkan terdapat adanya ruangan pada tangki yang tingkat kelembapan nya masih tinggi, akibat dari persebaran yang tidak merata. Jika dibandingkan dengan pengaturan kecepatan 0.003 m/s, proses distribusi udara kering pada tangki dapat terjadi secara merata. Namun, tingkat efektifitas dari zat pengering dari gel silika tidak sebaik pengaturan kecepatan rendah. Sehingga penggunaan gel silika relatif cepat.

Gel silika merupakan desikan yang menyerap uap air yang berada pada udara bebas. Pada penelitian yang telah dilakukan, telah dibuat dua sistem gel silika yang dilengkapi dengan sistem *heater*. Hal ini bertujuan untuk membagi waktu kinerja ketika satu sistem sudah dalam keadaan kondisi jenuh. Pada penelitian sebelumnya, penelitian tentang hubungan mikroba dengan kelembapan relatif. Terdapat kondisi bagi kemampuan dalam bertahan hidup mikroba dapat menurun drastis, bersamaan dengan turunnya kelembapan relatif lingkungan. Dengan pengaturan kondisi kelembapan dari 20% hingga 30%, dapat menyebabkan peningkatan laju kematian mikroba (Bateman *et al.*, 1961).

Pada penelitian simulasi ini tidak diteliti tentang waktu pergantian dalam penggunaan sistem *heater*, sehingga merujuk kepada referensi. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan, pengering yang dipakai merupakan plat berbentuk L untuk menambah area sentuh dengan gel silika. Digunakan pengering dengan spesifikasi 10 watt, suhu maksimal 80°C, dan dengan berat total gel silika 34.9 gr. Hasil dari penelitian tersebut, dapat mengeringkan gel silika hingga kisaran 80% volume selama 120 menit. Pada menit ke-9 hingga menit ke-120, tingkat kelembapan pada tangki turun dari 64% hingga mencapai 27%. (Azhad, 2020).

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa pertumbuhan mikroba pada pengaturan tingkat kelembapan mencapai 20-30% dapat dihentikan, dan waktu yang dibutuhkan oleh heater untuk dapat mengembalikan kondisi gel silika dari kondisi jenuh menjadi tidak jenuh. Pada penelitian yang telah dilakukan, proses simulasi yang menggunakan aliran udara untuk melewati heater, berbeda dari menggunakan pengering berbentuk plat L. Aliran udara setelah melalui sistem heater akan melalui sistem gel silika dan terjadi perpindahan panas. Berdasarkan hasil simulasi, proses ini terjadi secara konstan pada area sistem gel silika. Hal ini memungkinkan terjadinya proses pengeringan terjadi lebih singkat.

Dengan menggunakan aliran udara sebagai media, persebaran panas akan lebih luas dan merata pada sistem gel silika. Serta waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan gel silika pada kondisi tingkat kelembapan menjadi 20-30% dapat lebih cepat.

Pada model tangki bahan bakar biodiesel, pengaturan sistem kontrol otomatis berbasis *humidity* (kelembapan) dapat diterapkan. Hal ini bertujuan untuk membuat sistem gel silika dapat terus bekerja secara bergantian. Pengontrolan gel silika tidak dilakukan pada saat kondisi kelembapan sudah mencapai tingkat kejenuhan yang paling tinggi (99%)

Pengontrolan tingkat dari kejenuhan kondisi kelembapan didalam tangki bahan bakar sistem gel silika, diberi pengaturan pergantian secara otomatis ketika tingkat kelembapan berada pada 60-70%. Pada saat gel silika memenuhi kondisi tersebut, dilakukan pengeringan menggunakan *heater* pada sistem gel silika. Selama proses pengeringan, sistem gel silika yang masih dalam kondisi kering (tingkat kelembapan 20-30%) dapat bekerja menggantikan sistem gel silika sebelumnya dan begitu juga dengan sebaliknya.

Pada kondisi volume tangki bahan bakar 80% dan 90%, mikroba lebih memiliki kecenderungan dapat tumbuh pada ruangan yang memiliki ruang kosong. Pada penelitian yang telah dilakukan, mikroba dalam ruangan memiliki kebutuhan makro dalam proses reproduksi yaitu oksigen dan kelembapan. Oksigen dibutuhkan untuk proses respirasi yaitu untuk merubah makanan menjadi energi (Vindrahapsari, 2016). Namun, dengan mengontrol salah satu kebutuhan makro mikroba yaitu tingkat kelembapan pada tangki bahan bakar, pertumbuhan mikroba dapat dihentikan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian simulasi ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Pengaruh dari variasi kecepatan 0.001 m/s, 0.003 m/s, dan 0.005 m/s telah mempengaruhi sirkulasi dan pola aliran udara yang terbentuk pada sistem. Dari ketiga variasi kecepatan, pengaturan kecepatan 0.003 m/s telah menghasilkan persebaran dan distribusi pola aliran udara yang paling baik pada sistem tangki bahan bakar biodiesel pada saat kondisi volume 80%.
- 2. Dengan adanya perubahan variasi kapasitas volume tangki bahan bakar menjadi 90%, pada simulasi telah mempengaruhi arah dari persebaran aliran udara menjadi lebih baik dari kondisi volume tangki 80%. Distribusi aliran udara pada tangki bahan bakar terdistribusi secara sempurna telah dicapai pada saat pengaturan kecepatan 0.003 m/s. Pengaturan kondisi volume tangki 90% juga mempengaruhi adanya mikroba jika dibandingkan dengan volume tangki 80% yang memiliki lebih banyak ruang untuk udara bebas.
- 3. Pada setiap variasi kecepatan, penurunan dan peningkatan tekanan serta kecepatan telah terjadi pada saat aliran fluida udara memasuki dan melewati sistem gel silika. Hasil simulasi telah menunjukkan bahwa penurunan kecepatan dan tekanan berbanding lurus dengan tingginya kecepatan aliran udara yang memasuki sistem gel silika.
- 4. Peningkatan temperatur pada hasil simulasi telah terjadi pada saat aliran fluida melewati *heater*. Dengan pengaturan kecepatan aliran udara yang rendah, proses perpindahan panas dari *heater* ke udara terjadi semakin lambat. Meskipun terdapat adanya percepatan, peningkatan suhu pada pengaturan kecepatan aliran udara 0.001 m/s pada saat keluar dari sistem *heater* lebih tinggi dari variasi kecepatan lainnya.

5.2 Saran

Dari penelitian simulasi yang telah dilakukan, didapatkan beberapa saran untuk penelitian sejenis kedepannya:

- 1. Diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh besarnya kapasitas volume tangki bahan bakar terhadap sirkulasi aliran fluida yang akan terbentuk.
- 2. Dilakukan simulasi serupa untuk setiap pengujian atau adanya penambahan variabel untuk meningkatkan akurasi data.
- 3. Dibuatnya model tangki bahan bakar yang lebih baik dan mendekati kondisi tangki pada kapal yang sebenarnya.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, I. R. 2015. 'Pengaruh Suhu, Kelembaban, dan Sanitasi Terhadap Keberadaan Bakteri E. Coli dan Salmonella'. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 3 (2), pp. 196-201. ISSN: 2356-3346.
- Azhad, M. F. R. 2020. Analisis Penggunaan Gel Silika Pada Model Tangki Bahan Bakar Untuk Mengurangi Degradasi Biodiesel Kelapa Sawit Dengan Variasi Kadar Campuran. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Balai Teknologi Bahan Bakar Dan Rekayasa Desain. 2019. **SNI Biodiesel**. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7182-2015. Tangerang: BPPT
- Bateman, J. B. McCaffrey P. A., O'Connor R. J., Monk G. W. 1961. Relative Humidity and the Killing of Bacteria The Survival of Damp Serratia marcescens in Air. Maryland: U.S. Army Chemical Corps.
- Ian, S. 2007. Software Engineering 8. Eighth Edition. Edinburgh Gate, Harlow.
- Karmee, Sanjib Kumar; Chadha, A. 2005. 'Preparation of biodiesel from crude oil of Pongamia pinnata', 96, pp. 1425–1429. doi: 10.1016/j.biortech.2004.12.011.
- Kementerian Kelautan & Perikanan Republik Indonesia. 2015. Kelembaban Udara. Jakarta,<URL:http://pusriskel.litbang.kkp.go.id/index.php/en/data/atmosfer/kel embaban-udara [Diakses 13 Aug. 2020]>
- Marine Propulsion Diesel Engine. 2016. **Katalog Marine Diesel Yanmar 6CH-HTE3**. Yanmar Co., LTD. Hyogo, <URL:https://www.yanmar.com/media/global/com/product/marinecommercial/ propulsionEngine-HighSpeed/pdf/marineDieselEngineProductGuide.pdf [Diakses 14 May. 2020]>
- Marlina, N. 2006. Masa Pemakaian Silika Gel Sebagai Desikan Pada Penentuan Kadar Air. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Muhammad, A. H. Paroka, D. Rahman, S. 2018. 'The Operational Feasibility Level of **30 GT Fishing Vessel in Sulawesi Waters (Case Study of KM INKA MINA 957)**', 9(1), pp. 1–9.
- Oueslati, A. 2017. 'Performance analysis of a new air dehumidifier Performance analysis of a new humid air dehumidifier Assessing the feasibility of using temperature function for a district heat demand forecast', *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 119, pp. 453–465. doi: 10.1016/j.egypro.2017.07.049.
- Pullen, J. and Saeed, K. 2017. 'An overview of biodiesel oxidation stability', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Elsevier, 16(8), pp. 5924–5950. doi: 10.1016/j.rser.2012.06.024.
- Sauerbier, C. L. and Meurn, R. J. 1985. 'Marine Cargo Operation A Guide to Stowage'. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Sørensen, G. Pedersen, D. V. Nørgaard, A. K. Sørensen, K. B. Nygaard, S. D. 2011. 'Bioresource Technology Microbial growth studies in biodiesel blends', 102, pp. 5259–5264. doi: 10.1016/j.biortech.2011.02.017.
- Suhardjito, G. 2006. Tentang Rencana Umum. Archimedia 2006.
- Thoai, D. Photaworn, S. Kumar, A. Prasertsit, K. Tongurai, C. 2017. A Novel Chemical Method for Determining Ester Content in Biodiesel. International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies. 2017 AEDCEE. Bangkok.

- Vaccari, M. 2020. 'Computational Fluid Dynamics', A Gallery of Combustion and *Fire*. doi: 10.1017/9781316651209.004.
- Versteeg, H. K. and Malalasekera, W. 1995. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics*. The Finite. Essex: Longman Goup Ltd.
- Vindrahapsari, R. T. 2016. 'Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri Udara Pada Ruangan AC dan Non AC'. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wiyono, S. 2012. 'Effects of Length Trip and Total Hauling To Fish Cacthes On Small Scale GillNet Fisheries', 3(2), pp. 57–64.
- Zave, P. 1997. 'Classification of Research Efforts in Requirements Engineering', 29(4), pp. 315-321.
- Zhang, T. Chao, Y. Liu, N. Thompson, J. Garcia, M. He, B. B. Gerpen, J. V. Chen, S. 2011. 'Case Study of Biodiesel-Diesel Blends as a Fuel in Marine Environment', 1, pp. 65–71. doi: 10.4236/aces.2011.12011.
- Zhou, J. Xiong, Y. Gong, Y. Liu, X. 2017. 'Analysis of the oxidative degradation of biodiesel blends using FTIR, UV-Vis, TGA and TD-DES methods', Fuel. Elsevier Ltd, 202, pp. 23–28. doi: 10.1016/j.fuel.2017.04.032.

LAMPIRAN

1. Full Report Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 80%

System Info

Product	Flow Simulation 2016 SP2.0. Build:
	3350
Computer name	Hilal
User name	Windows 10
Processors	Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @
	2.60GHz
Memory	8068 MB / 134217727 MB
Operating system	(Build 18363)
CAD version	SOLIDWORKS 2016 SP2.0
CPU speed	2601 MHz

General Info

Model	Assembly model - simulasi
	80%.SLDASM
Project name	Air Flow Kecepatan 0.001 m per s
Project path	F:\solid\Modification\Re-Animation
	Part\Simulasi Terakhir - 80 % revisi\1
Units system	SI (m-kg-s)
Analysis type	Internal
Exclude cavities without flow conditions	On
Coordinate system	Global coordinate system
Reference axis	X

INPUT DATA

Global Mesh Settings

Automatic initial mesh: On Result resolution level: 3 Advanced narrow channel refinement: Off Refinement in solid region: Off

Geometry Resolution

Evaluation of minimum gap size: Automatic

Evaluation of minimum wall thickness: Automatic

Computational Domain

Size

X min	-0.797 m
X max	1.196 m
Y min	0.708 m
Y max	1.648 m
Z min	1.038 m
Z max	2.040 m

Boundary Conditions

2D plane flow	None
At X min	Default
At X max	Default
At Y min	Default
At Y max	Default
At Z min	Default
At Z max	Default

Physical Features

Heat conduction in solids: Off Time dependent: Off Gravitational effects: On Rotation: Local region(s) (Averaging) Flow type: Laminar and turbulent High Mach number flow: Off Humidity: Off Default roughness: 0 micrometer

Gravitational Settings

X component	0 m/s^2
Y component	-9.81 m/s^2
Z component	0 m/s^2

Default wall conditions: Adiabatic wall

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Velocity parameters	Velocity vector
	Velocity in X direction: 0.001 m/s
	Velocity in Y direction: 0 m/s
	Velocity in Z direction: 0 m/s
Turbulence parameters	

Material Settings *Fluids*

<u>Air</u> **Rotating regions**

Rotating Region 1

Component	Rotating Region-4@Assembly model -
	simulasi 80%/2- Rotation Regional-
	1@Rotating Region
Angular velocity	-1.000 rad/s

Boundary Conditions

Inlet Velocity 1

Туре	Inlet Velocity
Faces	Face<1>@LID6-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Flow parameters	Flow vectors direction: Normal to face
	Relative to rotating frame: No
	Velocity normal to face: 0.001 m/s
	Fully developed flow: No
Thermodynamic parameters	Approximate pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Environment Pressure 1

Туре	Environment Pressure
Faces	Face<2>@LID4-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Calculation Control Options

Finish Conditions

Finish Conditions	If one is satisfied
Maximum travels	4
Goals convergence	Analysis interval: 5.000000e-001

Solver Refinement	
Refinement: Disabled	
Results Saving	
Save before refinement	On
Advanced Control Ontions	

Advanced Control Options

Flow Freezing

8	
Flow freezing strategy	Disabled

RESULTS

General Info

Iterations: 173

CPU time: 146 s

Log

Mesh generation started	00:25:51 , Jul 24
Mesh generation normally finished	00:37:10 , Jul 24
Preparing data for calculation	00:37:12 , Jul 24
Calculation started 0	00:37:20 , Jul 24
Calculation has converged since the	00:39:43 , Jul 24
following criteria are satisfied: 172	
Goals are converged 172	
Calculation finished 173	00:41:07 , Jul 24

Calculation Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	24
Number of cells in Y	10
Number of cells in Z	12

Number Of Cells

Cells	35926
Fluid cells	12264
Solid cells	23662
Irregular cells	0
Trimmed cells	0

Maximum refinement level: 2

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in
						converge
						nce

Min/Max Table

Name	Minimum	Maximum
Density (Fluid) [kg/m^3]	1.20	1.20
Pressure [Pa]	101306.10	101314.57
Temperature [K]	293.20	293.20
Temperature (Fluid) [K]	293.20	293.20
Velocity [m/s]	0	0.075
Velocity (X) [m/s]	-0.005	0.006
Velocity (Y) [m/s]	-0.075	0.074
Velocity (Z) [m/s]	-0.074	0.074
Mach Number []	0	2.19e-004
Mach Number RRF []	0	1.34e-004
Velocity RRF [m/s]	0	0.046
Velocity RRF (X) [m/s]	-0.005	0.006
Velocity RRF (Y) [m/s]	-0.021	0.022
Velocity RRF (Z) [m/s]	-0.028	0.046
Vorticity [1/s]	3.98e-008	2.63
Relative Pressure [Pa]	-18.90	-10.43
Shear Stress [Pa]	0	2.49e-004
Bottleneck Number []	7.7723356e-010	1.000000
Heat Transfer Coefficient	0	0
[W/m^2/K]		
ShortCut Number []	1.3101721e-012	1.000000
Surface Heat Flux	0	0
[W/m^2]		
Surface Heat Flux	-1475.485	358.663
(Convective) [W/m ²]		
Turbulence Intensity [%]	0.31	1000.00
Turbulence Length [m]	2.298e-004	0.037
Turbulent Dissipation	8.94e-031	2.30e-006
[W/kg]		
Turbulent Energy [J/kg]	1.017e-021	5.263e-006
Turbulent Time [s]	1.121	1.137e+009
Turbulent Viscosity [Pa*s]	5.7779e-024	1.5415e-008

Engineering Database

Gases Air Path: Gases Pre-Defined Specific heat ratio (Cp/Cv): 1.399 Molecular mass: 0.0290 kg/mol

2. Full Report Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 80%

System Info

Product	Flow Simulation 2016 SP2.0. Build:
	3350
Computer name	Hilal
User name	Windows 10
Processors	Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @
	2.60GHz
Memory	8068 MB / 134217727 MB
Operating system	(Build 18363)
CAD version	SOLIDWORKS 2016 SP2.0
CPU speed	2601 MHz

General Info

Model	Assembly model - simulasi
	80%.SLDASM
Project name	Air Flow Kecepatan 0.003 m per s
Project path	F:\solid\Modification\Re-Animation
	Part\Simulasi Terakhir - 80 % revisi\2
Units system	SI (m-kg-s)
Analysis type	Internal
Exclude cavities without flow conditions	On
Coordinate system	Global coordinate system
Reference axis	X

INPUT DATA

Global Mesh Settings

Automatic initial mesh: On

Result resolution level: 3

Advanced narrow channel refinement: Off

Refinement in solid region: Off

Geometry Resolution

Evaluation of minimum gap size: Automatic

Evaluation of minimum wall thickness: Automatic

Computational Domain

Size

X min	-0.797 m
X max	1.196 m
Y min	0.708 m
Y max	1.648 m
Z min	1.038 m
Z max	2.040 m

Boundary Conditions

2D plane flow	None
At X min	Default
At X max	Default
At Y min	Default
At Y max	Default
At Z min	Default
At Z max	Default

Physical Features

Heat conduction in solids: Off Time dependent: Off Gravitational effects: On Rotation: Local region(s) (Averaging) Flow type: Laminar and turbulent High Mach number flow: Off Humidity: Off Default roughness: 0 micrometer *Gravitational Settings*

X component0 m/s^2Y component-9.81 m/s^2Z component0 m/s^2

Default wall conditions: Adiabatic wall

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Velocity parameters	Velocity vector
	Velocity in X direction: 0.003 m/s
	Velocity in Y direction: 0 m/s
	Velocity in Z direction: 0 m/s
Turbulence parameters	

Material Settings *Fluids* Air

Rotating regions

Rotating Region 1

Component	Rotating Region-4@Assembly model -
	simulasi 80%/2- Rotation Regional-
	1@Rotating Region
Angular velocity	-1.000 rad/s

Boundary Conditions

Inlet Velocity 1

Туре	Inlet Velocity
Faces	Face<1>@LID6-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Flow parameters	Flow vectors direction: Normal to face
	Relative to rotating frame: No
	Velocity normal to face: 0.003 m/s
	Fully developed flow: No
Thermodynamic parameters	Approximate pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Environment Pressure 1

Туре	Environment Pressure
Faces	Face<2>@LID4-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Calculation Control Options

Finish Conditions

Finish Conditions	If one is satisfied
Maximum travels	4
Goals convergence	Analysis interval: 5.000000e-001

Solver Refinement		
Refinement: Disabled		
Results Saving		
Save before refinement	On	
Advanced Control Options		
Flow Freezing		

Flow Freezing	
Flow freezing strategy	Disabled

RESULTS

General Info

Iterations: 119 CPU time: 78 s

Log

Mesh generation started	01:14:21 , Jul 24
Mesh generation normally finished	01:25:59 , Jul 24
Preparing data for calculation	01:26:52 , Jul 24
Calculation started 0	01:26:57 , Jul 24
Calculation has converged since the	01:28:12 , Jul 24
following criteria are satisfied: 118	
Goals are converged 118	
Calculation finished 119	01:29:18 , Jul 24

Calculation Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	24
Number of cells in Y	10
Number of cells in Z	12

Number Of Cells

Cells	35926
Fluid cells	12264
Solid cells	23662
Irregular cells	0
Trimmed cells	0

Maximum refinement level: 2

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in
						converge
						nce

Name	Minimum	Maximum
Density (Fluid) [kg/m^3]	1.20	1.20
Pressure [Pa]	101306.10	101314.57
Temperature [K]	293.20	293.20
Temperature (Fluid) [K]	293.20	293.20
Velocity [m/s]	0	0.075
Velocity (X) [m/s]	-0.003	0.014
Velocity (Y) [m/s]	-0.075	0.074
Velocity (Z) [m/s]	-0.074	0.074
Mach Number []	0	2.19e-004
Mach Number RRF []	0	1.14e-004
Velocity RRF [m/s]	0	0.039
Velocity RRF (X) [m/s]	-0.003	0.014
Velocity RRF (Y) [m/s]	-0.018	0.019
Velocity RRF (Z) [m/s]	-0.022	0.039
Vorticity [1/s]	4.25e-008	2.84
Relative Pressure [Pa]	-18.90	-10.43
Shear Stress [Pa]	0	1.79e-004
Bottleneck Number []	3.8773898e-010	1.0000000
Heat Transfer Coefficient	0	0
[W/m^2/K]		
ShortCut Number []	2.7220151e-011	1.0000000
Surface Heat Flux	0	0
[W/m^2]		
Surface Heat Flux	-4732.480	1075.989
(Convective) [W/m ²]		
Turbulence Intensity [%]	0.23	1000.00
Turbulence Length [m]	1.514e-004	0.037
Turbulent Dissipation	3.53e-030	6.53e-006
[W/kg]		
Turbulent Energy [J/kg]	2.225e-021	8.555e-006
Turbulent Time [s]	0.507	6.304e+008
Turbulent Viscosity [Pa*s]	5.8272e-024	4.9049e-008

Min/Max Table

Engineering Database

Gases Air Path: Gases Pre-Defined Specific heat ratio (Cp/Cv): 1.399 Molecular mass: 0.0290 kg/mol

3. Full Report Kecepatan 0.005 m/s Volume 80%

System Info

Product	Flow Simulation 2016 SP2.0. Build:
	3350
Computer name	Hilal
User name	Windows 10
Processors	Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @
	2.60GHz
Memory	8068 MB / 134217727 MB
Operating system	(Build 18363)
CAD version	SOLIDWORKS 2016 SP2.0
CPU speed	2601 MHz

General Info

Model	Assembly model – simulasi
	80%.SLDASM
Project name	Air Flow Kecepatan 0.005 m per s
Project path	F:\solid\Modification\Re-Animation
	Part\Simulasi Terakhir – 80 % revisi\3
Units system	SI (m-kg-s)
Analysis type	Internal
Exclude cavities without flow conditions	On
Coordinate system	Global coordinate system
Reference axis	X

INPUT DATA

Global Mesh Settings

Automatic initial mesh: On

Result resolution level: 3

Advanced narrow channel refinement: Off

Refinement in solid region: Off

Geometry Resolution

Evaluation of minimum gap size: Automatic

Evaluation of minimum wall thickness: Automatic

Computational Domain

Size

X min	-0.797 m
X max	1.196 m
Y min	0.708 m
Y max	1.648 m
Z min	1.038 m
Z max	2.040 m

Boundary Conditions

2D plane flow	None	
At X min	Default	
At X max	Default	
At Y min	Default	
At Y max	Default	
At Z min	Default	
At Z max	Default	

Physical Features

Heat conduction in solids: Off Time dependent: Off Gravitational effects: On Rotation: Local region(s) (Averaging) Flow type: Laminar and turbulent High Mach number flow: Off Humidity: Off Default roughness: 0 micrometer *Gravitational Settings*

X component0 m/s^2Y component-9.81 m/s^2Z component0 m/s^2

Default wall conditions: Adiabatic wall

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 101325.00 Pa	
	Temperature: 293.20 K	
Velocity parameters	Velocity vector	
	Velocity in X direction: 0.005 m/s	
	Velocity in Y direction: 0 m/s	
	Velocity in Z direction: 0 m/s	
Turbulence parameters		

Material Settings *Fluids*

Air

Rotating regions

Rotating Region 1

Component	Rotating Region-4@Assembly model -		
	simulasi 80%/2- Rotation Regional-		
	1@Rotating Region		
Angular velocity	-1.000 rad/s		

Boundary Conditions

Inlet Velocity 1

Туре	Inlet Velocity
Faces	Face<1>@LID6-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Flow parameters	Flow vectors direction: Normal to face
	Relative to rotating frame: No
	Velocity normal to face: 0.005 m/s
	Fully developed flow: No
Thermodynamic parameters	Approximate pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Environment Pressure 1

Туре	Environment Pressure		
Faces	Face<2>@LID4-1		
Coordinate system	Face Coordinate System		
Reference axis	X		
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 101325.00 Pa		
	Temperature: 293.20 K		
Turbulence parameters			
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent		

Calculation Control Options

Finish Conditions

Finish Conditions	If one is satisfied		
Maximum travels	4		
Goals convergence	Analysis interval: 5.000000e-001		

Solver Refinement Refinement: Disabled Results Saving Save before refinement On

Advanced	Control	Options
----------	----------------	----------------

Flow Freezing

Flow freezing strategy Disabled	Flow freezing strategy	Disabled
---------------------------------	------------------------	----------

RESULTS

General Info

Iterations: 125

CPU time: 95 s

Log

Mesh generation started	01:50:43 , Jul 24		
Mesh generation normally finished	02:01:58 , Jul 24		
Preparing data for calculation	02:02:00 , Jul 24		
Calculation started 0	02:02:04 , Jul 24		
Calculation has converged since the	02:03:37 , Jul 24		
following criteria are satisfied: 124			
Goals are converged 124			
Calculation finished 125	02:04:53 , Jul 24		

Calculation Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	24
Number of cells in Y	10
Number of cells in Z	12

Number Of Cells

Cells	35926
Fluid cells	12264
Solid cells	23662
Irregular cells	0
Trimmed cells	0

Maximum refinement level: 2

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in
						converge
						nce

Min/Max Table

Name	Minimum	Maximum
Density (Fluid) [kg/m^3]	1.20	1.20
Pressure [Pa]	101306.10	101314.57
Temperature [K]	293.20	293.20
Temperature (Fluid) [K]	293.20	293.20
Velocity [m/s]	0	0.075
Velocity (X) [m/s]	-0.006	0.026
Velocity (Y) [m/s]	-0.075	0.074
Velocity (Z) [m/s]	-0.074	0.074
Mach Number []	0	2.19e-004
Mach Number RRF []	0	1.22e-004
Velocity RRF [m/s]	0	0.042
Velocity RRF (X) [m/s]	-0.006	0.026
Velocity RRF (Y) [m/s]	-0.025	0.027
Velocity RRF (Z) [m/s]	-0.027	0.041
Vorticity [1/s]	1.89e-008	2.73
Relative Pressure [Pa]	-18.90	-10.43
Shear Stress [Pa]	0	2.86e-004
Bottleneck Number []	3.7097290e-010	1.000000
Heat Transfer Coefficient	0	0
[W/m^2/K]		
ShortCut Number []	2.9945866e-012	1.000000
Surface Heat Flux	0	0
[W/m^2]		
Surface Heat Flux	-8973.832	1793.316
(Convective) [W/m ²]		
Turbulence Intensity [%]	0.17	1000.00
Turbulence Length [m]	1.295e-004	0.035
Turbulent Dissipation	1.16e-033	1.47e-005
[W/kg]		
Turbulent Energy [J/kg]	1.059e-023	4.049e-005
Turbulent Time [s]	0.371	9.140e+009
Turbulent Viscosity [Pa*s]	1.0798e-024	3.6618e-007

Engineering Database

Gases Air Path: Gases Pre-Defined Specific heat ratio (Cp/Cv): 1.399 Molecular mass: 0.0290 kg/mol

4. Full Report Kecepatan 0.001 m/s dan Volume 90%

System Info

Product	Flow Simulation 2016 SP2.0. Build:
	3350
Computer name	Hilal
User name	Windows 10
Processors	Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @
	2.60GHz
Memory	8068 MB / 134217727 MB
Operating system	(Build 18363)
CAD version	SOLIDWORKS 2016 SP2.0
CPU speed	2601 MHz

General Info

Model	Assembly model – simulasi
110401	
	90%.SLDASM
Project name	Air Flow Kecepatan 0.001 m per s
Project path	F:\solid\Modification\Re-Animation
	Part\Simulasi Terakhir – 90 % revisi\1
Units system	SI (m-kg-s)
Analysis type	Internal
Exclude cavities without flow conditions	On
Coordinate system	Global coordinate system
Reference axis	X

INPUT DATA

Global Mesh Settings

Automatic initial mesh: On

Result resolution level: 3

Advanced narrow channel refinement: Off

Refinement in solid region: Off

Geometry Resolution

Evaluation of minimum gap size: Automatic

Evaluation of minimum wall thickness: Automatic

Computational Domain

Size

X min	-0.754 m
X max	1.196 m
Y min	0.987 m
Y max	1.601 m
Z min	1.038 m
Z max	2.040 m

Boundary Conditions

2D plane flow	None
At X min	Default
At X max	Default
At Y min	Default
At Y max	Default
At Z min	Default
At Z max	Default

Physical Features

Heat conduction in solids: Off Time dependent: Off Gravitational effects: On Rotation: Local region(s) (Averaging) Flow type: Laminar and turbulent High Mach number flow: Off Humidity: Off Default roughness: 0 micrometer *Gravitational Settings*

X component0 m/s^2Y component-9.81 m/s^2Z component0 m/s^2

Default wall conditions: Adiabatic wall

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Velocity parameters	Velocity vector
	Velocity in X direction: 0.001 m/s
	Velocity in Y direction: 0 m/s
	Velocity in Z direction: 0 m/s
Turbulence parameters	

Material Settings *Fluids* Air

Rotating regions

Rotating Region 1

Component	Rotating Region-4@Assembly model -
	simulasi 80%/2- Rotation Regional-
	1@Rotating Region
Angular velocity	-1.000 rad/s

Boundary Conditions

Inlet Velocity 1

Туре	Inlet Velocity
Faces	Face<1>@LID6-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Flow parameters	Flow vectors direction: Normal to face
	Relative to rotating frame: No
	Velocity normal to face: 0.001 m/s
	Fully developed flow: No
Thermodynamic parameters	Approximate pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Environment Pressure 1

Туре	Environment Pressure
Faces	Face<2>@LID4-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Calculation Control Options

Finish Conditions

Finish Conditions	If one is satisfied
Maximum travels	4
Goals convergence	Analysis interval: 5.000000e-001

On

Advanced Control Options

Flow Freezing	
Flow freezing strategy	Disabled

RESULTS

General Info

Iterations: 240 CPU time: 287 s

Log

Mesh generation started	00:25:51 , Jul 24
Mesh generation normally finished	00:37:10 , Jul 24
Preparing data for calculation	00:37:12 , Jul 24
Calculation started 0	00:37:20 , Jul 24
Calculation has converged since the	00:39:43 , Jul 24
following criteria are satisfied: 172	
Goals are converged 172	
Calculation finished 173	00:41:07 , Jul 24

Calculation Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	24
Number of cells in Y	8
Number of cells in Z	12

Number Of Cells

Cells	40626
Fluid cells	20286
Solid cells	20340
Irregular cells	0
Trimmed cells	0

Maximum refinement level: 2

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in
						converge
						nce

Name	Minimum	Maximum	
Density (Fluid) [kg/m^3]	1.20	1.20	
Pressure [Pa]	101306.10	101313.34	
Temperature [K]	293.20	293.20	
Temperature (Fluid) [K]	293.20	293.20	
Velocity [m/s]	0	0.082	
Velocity (X) [m/s]	-0.019	0.006	
Velocity (Y) [m/s]	-0.082	0.074	
Velocity (Z) [m/s]	-0.074	0.074	
Mach Number []	0	2.40e-004	
Mach Number RRF []	0	1.30e-004	
Velocity RRF [m/s]	0	0.045	
Velocity RRF (X) [m/s]	-0.019	0.006	
Velocity RRF (Y) [m/s]	-0.040	0.025	
Velocity RRF (Z) [m/s]	-0.028	0.031	
Vorticity [1/s]	3.29e-008	4.31	
Relative Pressure [Pa]	-18.90	-11.66	
Shear Stress [Pa]	0	3.86e-004	
Bottleneck Number []	1.2916697e-009	1.0000000	
Heat Transfer Coefficient	0	0	
[W/m^2/K]			
ShortCut Number []	7.4794329e-012	1.0000000	
Surface Heat Flux	0	0	
[W/m^2]			
Surface Heat Flux	-1366.707	358.663	
(Convective) [W/m^2]			
Turbulence Intensity [%]	0.40	1000.00	
Turbulence Length [m]	2.333e-004	0.025	
Turbulent Dissipation	2.88e-030	1.16e-006	
[W/kg]			
Turbulent Energy [J/kg]	2.201e-021	3.866e-006	
Turbulent Time [s]	1.204	7.653e+008	
Turbulent Viscosity [Pa*s]	6.3392e-024	1.0874e-008	

Min/Max Table

Engineering Database

Gases Air Path: Gases Pre-Defined Specific heat ratio (Cp/Cv): 1.399 Molecular mass: 0.0290 kg/mol
5. Full Report Kecepatan 0.003 m/s dan Volume 90%

System Info

Product	Flow Simulation 2016 SP2.0. Build:
	3350
Computer name	Hilal
User name	Windows 10
Processors	Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @
	2.60GHz
Memory	8068 MB / 134217727 MB
Operating system	(Build 18363)
CAD version	SOLIDWORKS 2016 SP2.0
CPU speed	2601 MHz

General Info

Model	Assembly model – simulasi
	90%.SLDASM
Project name	Air Flow Kecepatan 0.003 m per s
Project path	F:\solid\Modification\Re-Animation
	Part\Simulasi Terakhir – 90 % revisi\2
Units system	SI (m-kg-s)
Analysis type	Internal
Exclude cavities without flow conditions	On
Coordinate system	Global coordinate system
Reference axis	X

INPUT DATA

Global Mesh Settings

Automatic initial mesh: On

Result resolution level: 3

Advanced narrow channel refinement: Off

Refinement in solid region: Off

Geometry Resolution

Evaluation of minimum gap size: Automatic

Evaluation of minimum wall thickness: Automatic

Computational Domain

Size

X min	-0.754 m
X max	1.196 m
Y min	0.987 m
Y max	1.601 m
Z min	1.038 m
Z max	2.040 m

Boundary Conditions

2D plane flow	None
At X min	Default
At X max	Default
At Y min	Default
At Y max	Default
At Z min	Default
At Z max	Default

Physical Features

Heat conduction in solids: Off Time dependent: Off Gravitational effects: On Rotation: Local region(s) (Averaging) Flow type: Laminar and turbulent High Mach number flow: Off Humidity: Off Default roughness: 0 micrometer *Gravitational Settings*

<u>0</u>	
X component	0 m/s^2
Y component	-9.81 m/s^2
Z component	0 m/s^2

Default wall conditions: Adiabatic wall

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Velocity parameters	Velocity vector
	Velocity in X direction: 0.003 m/s
	Velocity in Y direction: 0 m/s
	Velocity in Z direction: 0 m/s
Turbulence parameters	

Material Settings *Fluids* <u>Air</u>

Rotating regions

Rotating Region 1

Component	Rotating Region-4@Assembly model -
	simulasi 80%/2- Rotation Regional-
	1@Rotating Region
Angular velocity	-1.000 rad/s

Boundary Conditions

Inlet Velocity 1

Туре	Inlet Velocity
Faces	Face<1>@LID6-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Flow parameters	Flow vectors direction: Normal to face
	Relative to rotating frame: No
	Velocity normal to face: 0.003 m/s
	Fully developed flow: No
Thermodynamic parameters	Approximate pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Environment Pressure 1

Туре	Environment Pressure
Faces	Face<2>@LID4-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Calculation Control Options

Finish Conditions

Finish Conditions	If one is satisfied
Maximum travels	4
Goals convergence	Analysis interval: 5.000000e-001

Solver Refinement Refinement: Disabled Results Saving Save before refinement On

Advanced Control Options

Flow Freezing

Flow freezing strategy Disabled	Flow freezing strategy	Disabled
---------------------------------	------------------------	----------

RESULTS

General Info

Iterations: 95

CPU time: 93 s

Log

Mesh generation started	09:00:27 , Jul 24
Mesh generation normally finished	09:11:36 , Jul 24
Preparing data for calculation	09:11:38 , Jul 24
Calculation started 0	09:11:42 , Jul 24
Calculation has converged since the	09:13:14 , Jul 24
following criteria are satisfied: 94	
Goals are converged 94	
Calculation finished 95	09:14:17 , Jul 24

Calculation Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	24
Number of cells in Y	8
Number of cells in Z	12

Number Of Cells

Cells	40626
Fluid cells	20286
Solid cells	20340
Irregular cells	0
Trimmed cells	0

Maximum refinement level: 2

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in
						converge
						nce

Min/Max Table

Name	Minimum	Maximum
Density (Fluid) [kg/m^3]	1.20	1.20
Pressure [Pa]	101306.10	101313.34
Temperature [K]	293.20	293.20
Temperature (Fluid) [K]	293.20	293.20
Velocity [m/s]	0	0.082
Velocity (X) [m/s]	-0.017	0.017
Velocity (Y) [m/s]	-0.082	0.075
Velocity (Z) [m/s]	-0.074	0.074
Mach Number []	0	2.40e-004
Mach Number RRF []	0	1.26e-004
Velocity RRF [m/s]	0	0.043
Velocity RRF (X) [m/s]	-0.017	0.017
Velocity RRF (Y) [m/s]	-0.040	0.023
Velocity RRF (Z) [m/s]	-0.029	0.031
Vorticity [1/s]	1.86e-008	3.84
Relative Pressure [Pa]	-18.90	-11.66
Shear Stress [Pa]	0	3.50e-004
Bottleneck Number []	3.7690867e-009	1.000000
Heat Transfer Coefficient	0	0
[W/m^2/K]		
ShortCut Number []	5.1576085e-013	1.000000
Surface Heat Flux	0	0
[W/m^2]		
Surface Heat Flux	-5853.587	1075.989
(Convective) [W/m^2]		
Turbulence Intensity [%]	0.29	1000.00
Turbulence Length [m]	1.540e-004	0.027
Turbulent Dissipation	6.75e-030	8.06e-006
[W/kg]		
Turbulent Energy [J/kg]	3.056e-021	1.365e-005
Turbulent Time [s]	0.513	4.529e+008
Turbulent Viscosity [Pa*s]	9.3458e-024	1.0254e-007

Engineering Database

Gases Air Path: Gases Pre-Defined Specific heat ratio (Cp/Cv): 1.399 Molecular mass: 0.0290 kg/mol

6. Full Report Kecepatan 0.005 m/s dan Volume 90%

System Info

Product	Flow Simulation 2016 SP2.0. Build:
	3350
Computer name	Hilal
User name	Windows 10
Processors	Intel(R) Core(TM) i7-6700HQ CPU @
	2.60GHz
Memory	8068 MB / 134217727 MB
Operating system	(Build 18363)
CAD version	SOLIDWORKS 2016 SP2.0
CPU speed	2601 MHz

General Info

Model	Assembly model - simulasi
	90%.SLDASM
Project name	Air Flow Kecepatan 0.005 m per s
Project path	F:\solid\Modification\Re-Animation
	Part\Simulasi Terakhir – 90 % revisi\1
Units system	SI (m-kg-s)
Analysis type	Internal
Exclude cavities without flow conditions	On
Coordinate system	Global coordinate system
Reference axis	X

INPUT DATA

Global Mesh Settings

Automatic initial mesh: On

Result resolution level: 3

Advanced narrow channel refinement: Off

Refinement in solid region: Off

Geometry Resolution

Evaluation of minimum gap size: Automatic

Evaluation of minimum wall thickness: Automatic

Computational Domain

Size

X min	-0.754 m
X max	1.196 m
Y min	0.987 m
Y max	1.601 m
Z min	1.038 m
Z max	2.040 m

Boundary Conditions

2D plane flow	None
At X min	Default
At X max	Default
At Y min	Default
At Y max	Default
At Z min	Default
At Z max	Default

Physical Features

Heat conduction in solids: Off Time dependent: Off Gravitational effects: On Rotation: Local region(s) (Averaging) Flow type: Laminar and turbulent High Mach number flow: Off Humidity: Off Default roughness: 0 micrometer *Gravitational Settings*

X component0 m/s^2Y component-9.81 m/s^2Z component0 m/s^2

Default wall conditions: Adiabatic wall

Initial Conditions

Thermodynamic parameters	Static Pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Velocity parameters	Velocity vector
	Velocity in X direction: 0.005 m/s
	Velocity in Y direction: 0 m/s
	Velocity in Z direction: 0 m/s
Turbulence parameters	

Material Settings *Fluids* Air

Rotating regions

Rotating Region 1

00	
Component	Rotating Region-4@Assembly model -
	simulasi 80%/2- Rotation Regional-
	1@Rotating Region
Angular velocity	-1.000 rad/s

Boundary Conditions

Inlet Velocity 1

Туре	Inlet Velocity
Faces	Face<1>@LID6-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Flow parameters	Flow vectors direction: Normal to face
	Relative to rotating frame: No
	Velocity normal to face: 0.005 m/s
	Fully developed flow: No
Thermodynamic parameters	Approximate pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Environment Pressure 1

Туре	Environment Pressure
Faces	Face<2>@LID4-1
Coordinate system	Face Coordinate System
Reference axis	X
Thermodynamic parameters	Environment pressure: 101325.00 Pa
	Temperature: 293.20 K
Turbulence parameters	
Boundary layer parameters	Boundary layer type: Turbulent

Calculation Control Options

Finish Conditions

Finish ConditionsIf one is satisfied		
Maximum travels	4	
Goals convergence	Analysis interval: 5.000000e-001	

Solver Refinement Refinement: Disabled Results Saving

Save before refinement	On
------------------------	----

Advanced Control Options

Flow Freezing	
Flow freezing strategy	Disabled

RESULTS

General Info

Iterations: 175 CPU time: 171 s

Log

Mesh generation started	09:30:43 , Jul 24	
Mesh generation normally finished	09:42:09 , Jul 24	
Preparing data for calculation	09:42:13 , Jul 24	
Calculation started 0	09:42:18 , Jul 24	
Calculation has converged since the	09:45:07 , Jul 24	
following criteria are satisfied: 174		
Goals are converged 174		
Calculation finished 175	09:46:13 , Jul 24	

Calculation Mesh

Basic Mesh Dimensions

Number of cells in X	24
Number of cells in Y	8
Number of cells in Z	12

Number Of Cells

Cells	40626
Fluid cells	20286
Solid cells	20340
Irregular cells	0
Trimmed cells	0

Maximum refinement level: 2

Goals

Name	Unit	Value	Progress	Criteria	Delta	Use in
						convergen
						ce

Name	Minimum	Maximum
Density (Fluid) [kg/m^3]	1.20	1.20
Pressure [Pa]	101306.10	101313.34
Temperature [K]	293.20	293.20
Temperature (Fluid) [K]	293.20	293.20
Velocity [m/s]	0	0.082
Velocity (X) [m/s]	-0.023	0.022
Velocity (Y) [m/s]	-0.082	0.074
Velocity (Z) [m/s]	-0.075	0.074
Mach Number []	0	2.40e-004
Mach Number RRF []	0	1.46e-004
Velocity RRF [m/s]	0	0.050
Velocity RRF (X) [m/s]	-0.023	0.022
Velocity RRF (Y) [m/s]	-0.045	0.023
Velocity RRF (Z) [m/s]	-0.027	0.028
Vorticity [1/s]	6.79e-009	2.64
Relative Pressure [Pa]	-18.90	-11.66
Shear Stress [Pa]	0	2.60e-004
Bottleneck Number []	1.1819157e-009	1.0000000
Heat Transfer Coefficient	0	0
[W/m^2/K]		
ShortCut Number []	1.7640191e-012	1.0000000
Surface Heat Flux [W/m^2]	0	0
Surface Heat Flux (Convective)	-7550.122	1793.315
[W/m^2]		
Turbulence Intensity [%]	0.31	1000.00
Turbulence Length [m]	1.578e-004	0.027
Turbulent Dissipation [W/kg]	9.89e-033	8.69e-006
Turbulent Energy [J/kg]	4.419e-023	2.515e-005
Turbulent Time [s]	0.546	4.466e+009
Turbulent Viscosity [Pa*s]	2.5481e-025	2.3673e-007

Min/Max Table

Engineering Database

Gases Air Path: Gases Pre-Defined Specific heat ratio (Cp/Cv): 1.399 Molecular mass: 0.0290 kg/mol

BIODATA PENELITI



Peneliti, Khilal Aura Maulana merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Munawar Kholil dan Daeng Nurlailah yang terlahir pada tanggal 18 Oktober 1998 di Praya, Lombok, Nusa Tengara Barat. Peneliti menetap di Praya hingga lulus dari SMA Negeri 01 Praya dan melanjutkan studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember departemen Teknik Sistem Perkapalan, Surabaya. Peneliti aktif di kegiatan organisasi departemen, Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan pada periode 2018, sebagai ketua divisi online platform pada bagian departemen media dan informasi. Peneliti

berkesempatan melakukan kerja praktek di PT. Caputra Mitra Sejati dan PT. Antakesuma Inti Raharja. Pada tahun keempat masa perkuliahan di ITS, Peneliti mengambil penempatan laboratorium di Marine Power Plant (MPP). Selama Penelitian Tugas Akhir, Peneliti tak luput dari kekurangan. Kritik, pertanyaan serta saran yang berkaitan dengan penelitian ini sangat diharapkan dan dapat dikirimkan melalui e-mail khilalmaulana@gmail.com atau khilal16@mhs.ne.its.ac.id.