

**KAJIAN SIMULASI NUMERIK ALIRAN PARTIKEL PADA SYSTEM
PNEUMATIC CONVEYING EP DUST RAW MILL UNIT INDARUNG V
DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI SOLIDWORKS**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi SI Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



MUHAMMAD AKHBAR

18338034/2018

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2022

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
KAJIAN SIMULASI NUMERIK ALIRAN PARTIKEL PADA SYSTEM
PNEUMATIC CONVEYING EP DUST RAW MILL UNIT INDARUNG V
DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI SOLIDWORKS

Nama : Muhammad Akhbar
NIM / BP : 18338034 / 2018
Konsentrasi : Desain dan Manufaktur
Departemen : Teknik Mesin
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 31 Oktober 2022

Disetujui Oleh :

Ketua Program Studi
S1 Teknik Mesin



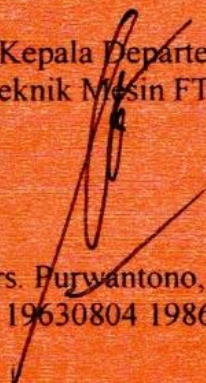
Dr. Ir. Remon Lapisa, S.T., M.T., M.Sc.
NIP. 19770918 200812 1 001

Pembimbing Tugas Akhir



Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197607062003121001

Kepala Departemen
Teknik Mesin FT UNP



Drs. Purwantono, M.Pd.
NIP. 19630804 198603 1 002




HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KAJIAN SIMULASI NUMERIK ALIRAN PARTIKEL PADA *SYSTEM PNEUMATIC CONVEYING EP DUST RAW MILL* UNIT INDARUNG V DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI SOLIDWORKS

Nama : Muhammad Akhbar
NIM / BP : 18338034 / 2018
Konsentrasi : Desain dan Manufaktur
Departemen : Teknik Mesin
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang pada Tanggal 31 Oktober 2022.

Dewan Penguji

Nama	Tanda tangan
1. Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.	1  (Ketua penguji)
2. Dr. Refdinal, M.T.	2  (Penguji)
3. Dr. Ir. Arwizet K, S.T., M.T.	3  (Penguji)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Akhbar
NIM / BP : 18338034 / 2018
Konsentrasi : Desain dan Manufaktur
Departemen : Teknik Mesin
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Kajian Simulasi Numerik Aliran Partikel pada
System Pneumatic Conveying Ep Dust Raw Mill Unit
Indarung V dengan Menggunakan Aplikasi
Solidworks

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 31 Oktober 2022
Yang Menyatakan



Muhammad Akhbar
NIM. 18338034

ABSTRAK

Muhammad Akhbar: Kajian Simulasi Numerik Aliran Partikel pada System Pneumatic Conveying Ep Dust Raw Mill Unit Indarung V dengan Menggunakan Aplikasi Solidworks

Pada Proses pembuatan semen selalu terjadinya proses *transport* material. *Transport* material merupakan proses penghubung antara proses di *raw mill*, proses di *kiln* dan juga proses di *cement mill*. Umumnya *transport* material pada industri semen menggunakan prinsip *mechanical conveyor* dan *pneumatic conveyor*. Pada alat *transport* material debu unit Indarung V menggunakan sistem *pneumatic conveying*. Akan tetapi material debu yang disalurkan menggunakan sistem *pneumatic conveying* tersebut tidak dapat menghantarkan material secara maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mencari solusi terhadap masalah yang terjadi pada alat *transport* material debu unit Indarung V dengan menggunakan *software solidworks*. Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi numerik dengan *software* berbasis *Computatioal Fluid Dynamis (CFD)*. Analisis ini dilakukan untuk mendapatkan berapa nilai *Headloss* dan *Pressure Drop* pada pipa, selain itu juga dilakukan analisis partikel *study* untuk melihat fenomena aliran partikel *elbow* pipa dan juga mencari berapakah *pressure* dan kecepatan udara yang bisa untuk menghantarkan material pada pipa menuju *outlet*.

Dari hasil analisis menggunakan *software solidwork* dengan kecepatan 25 m/dt dan *pressure* 1,8 bar didapatkan *pressure drop* sebesar 0,22 bar dan *headloss* sebesar 1.217 meter. Sedangkan *pressure drop* jika dialiri partikel adalah sebesar 0,54 bar dan pada analisa partikel studi diketahui bahwa dengan kecepatan 25 m/dt dan *pressure* 1,8 bar tidak dapat menghantarkan material menuju *outlet* pipa. Sehingga perlu dilakukan penambahan kecepatan udara dan *pressure* pada blower untuk menghantarkan material menuju *outlet* dan dari analisis menggunakan *software solidworks* didapatkan *pressure* sebesar 2 bar dan kecepatan 31 m/dt dengan persentase menghantarkan material sebesar 64%.

Kata Kunci: *Solidworks, Pressure Drop, Headloss*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memeberikan rahmat dan hikmah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Kajian Simulasi Numerik Aliran Partikel pada *System Pneumatic Conveying Ep Dust Raw Mill Unit Indarung V dengan Menggunakan Aplikasi Solidworks*“**. Shalawat berbingkai salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammmad SAW.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Keberhasilan penulis dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat, motivasi dan do'a kepada penulis.
2. Bapak Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D selaku Pembimbing Tugas Akhir penulis yang selalu mendorong dan memotivasi penulis selama perkuliahan.
3. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Hendri Nurdin, M.T. selaku Sekretaris Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Dr. Ir. Remon Lapisa, S.T., M.T., M.Sc. selaku K.A Prodi S1 Teknik Mesin yang memberikan arahan dan dukungan kepada penulis.
6. Bapak Drs. Nelvi Erizon, M. Pd. Selaku Pembimbing Akademik penulis yang selalu mendorong dan memotivasi penulis selama perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

8. Teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan, dorongan, motivasi, arahan dan do'a kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Semoga segala bantuan, bimbingan, dukungan dan petunjuk yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Semoga tugas akhir yang penulis selesaikan bermanfaat bagi kita semua dengan mengharap kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini.

Padang, 31 Oktober 2022

Muhammad Akhbar
NIM. 18338034

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. PT. Semen Padang.....	5
B. <i>Transport Material</i>	5
C. <i>Pneumatic Conveyor</i>	7
D. <i>Dilute Phase</i>	11
E. <i>Dense Phase</i>	11
F. <i>Electrostatic Precipitator</i>	12
G. Mekanika Fluida.....	13
H. Aliran Fluida.....	14
I. <i>Head loss</i>	17
J. Perhitungan <i>Pressure Drop Dua Phase</i>	21
K. <i>Computational Flow Dynamics (CFD)</i>	24

L. Metode Elemen Hingga.....	26
M. <i>Solidwork</i>	26
N. Penelitian Relavan.....	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Diagram Alir Penelitian.....	30
B. Tempat dan Pelaksanaan.....	31
C. Tahapan Penelitian.....	31
D. Alat dan Bahan.....	33
E. Pengumpulan Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
A. Spesifikasi Penggerak Udara (<i>Blower</i>).....	39
B. Simulasi Aliran Udara Dalam Pipa Tanpa Partikel.....	40
C. Simulasi Aliran Udara Dalam Pipa dengan Partikel.....	56
D. Perhitungan <i>Head Loss</i> dan <i>Pressure Drop</i> Pipa.....	69
E. Perhitungan <i>Pressure Loss</i> dengan Partikel.....	72
F. Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Perhitungan.....	75
BAB V KESIMPULAN.....	75
A. Kesimpulan.....	75
B. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Belt Conveyor</i>	6
Gambar 2. <i>Screw Conveyor</i>	7
Gambar 3. Sistem <i>Pneumatic conveying</i>	8
Gambar 4. <i>Hopper</i>	9
Gambar 5. <i>Flange Elbow 45°</i>	11
Gambar 6. <i>Flange Elbow 90°</i>	11
Gambar 7. Diagram Pengangkut Tipe <i>Dilute Phase</i>	11
Gambar 8. Diagram Pengangkut Tipe <i>Dense Phase</i>	12
Gambar 9. <i>Electrostatic Precipitator</i>	13
Gambar 10. Macam-Macam Bentuk Aliran.....	15
Gambar 11. Aliran Fluida Dalam Tabung.....	16
Gambar 12. Diagram Moody.....	18
Gambar 13. Koefisien loss pada komponen pipa.....	20
Gambar 14. Pemodelan Suatu Benda menggunakan Metode Elemen Hingga....	26
Gambar 15. Aplikasi Solidworks.....	27
Gambar 16. Template Solidworks.....	27
Gambar 17. Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 18. Laptop.....	33
Gambar 19. Tampilan Software Solidworks 2021.....	34
Gambar 20. 2D Jalur Pipa.....	35
Gambar 21. 3D Pipa Potongan satu.....	35
Gambar 22. 3D Pipa Potongan Dua.....	35
Gambar 23. 3D Pipa Potongan Tiga.....	36
Gambar 24. Pipa <i>Transport Material Debu</i>	36
Gambar 25. Pipa <i>Transport Material Debu</i>	36
Gambar 26. Pipa <i>Transport Material Debu</i>	37
Gambar 27. <i>Rotary Blower Omega 64 Plus</i>	39
Gambar 28. Parameter Inlet Satu.....	41
Gambar 29. Parameter pada Outlet.....	41
Gambar 30. <i>Goals Analisis</i>	42
Gambar 31. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> Menggunakan Solidworks.....	42
Gambar 32. Perhitungan Head Loss Menggunakan Solidworks.....	43
Gambar 33. Hasil Perhitungan Simulasi.....	43
Gambar 34. Perubahan Desain pada Elbow 1.....	44
Gambar 35. Hasil Simulasi <i>Pressure Drop</i> Perubahan Desain.....	45
Gambar 36. Input Flow Trajectories.....	46
Gambar 37. Laju Aliran pada <i>Elbow 1</i> V 25 m/dt.....	46

Gambar 38. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 2 V 25 m/dt	47
Gambar 39. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 3 V 25 m/dt	48
Gambar 40. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 4 V 25 m/dt	48
Gambar 41. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 5 V 25 m/dt	49
Gambar 42. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 6 V 25 m/dt	49
Gambar 43. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 7 V 25 m/dt	50
Gambar 44. Laju Aliran Pada <i>Elbow</i> 8 V 25 m/dt.....	50
Gambar 45. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 1 V 31 m/dt	51
Gambar 46. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 2 V 31 m/dt	52
Gambar 47. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 3 V 31 m/dt	52
Gambar 48. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 4 V 31 m/dt	53
Gambar 49. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 5 V 31 m/dt	54
Gambar 50. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 6 V 31 m/dt	54
Gambar 51. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 7 V 31 m/dt	55
Gambar 52. Laju Aliran pada <i>Elbow</i> 8 V 31 m/dt	55
Gambar 53. Partikel Studi	56
Gambar 54. Inputkan Parameter Partikel	57
Gambar 55. Hasil Analisis Partikel Studi	57
Gambar 56. Laju Partikel pada <i>Elbow</i> 1 Kecepatan 25 m/dt	58
Gambar 57. Laju Partikel pada <i>Elbow</i> 2 Kecepatan 25 m/dt.....	58
Gambar 58. Laju Partikel pada <i>Elbow</i> 3 Kecepatan 25 m/dt.....	59
Gambar 59. Laju Partikel pada <i>Elbow</i> 4 Kecepatan 25 m/dt.....	59
Gambar 60. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 5 Kecepatan 25 m/dt.....	60
Gambar 61. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 6 kecepatan 25 m/dt.....	60
Gambar 62. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 7 kecepatan 25 m/dt.....	61
Gambar 63. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 6 kecepatan 25 m/dt.....	61
Gambar 64. <i>Input Surface Parameters</i>	62
Gambar 65. Hasil Total Pressure Outlet Pipa	62
Gambar 66. Hasil Partikel Studi Perubahan Kecepatan.....	63
Gambar 67. Jumlah Partikel pada Outlet Pipa	63
Gambar 68. Laju Partikel pada <i>Elbow</i> 1 Kecepatan 31 m/dt	64
Gambar 69. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 2 Kecepatan 31 m/dt.....	65
Gambar 70. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 3 Kecepatan 31 m/dt.....	65
Gambar 71. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 4 Kecepatan 31 m/dt.....	66
Gambar 72. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 5 Kecepatan 31 m/dt.....	66
Gambar 73. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 6 Kecepatan 31 m/dt.....	67
Gambar 74. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 7 Kecepatan 31 m/dt.....	67
Gambar 75. Laju Partikel Pada <i>Elbow</i> 8 Kecepatan 31 m/dt.....	68

Gambar 76. Jumlah Partikel ada Outlet Pipa Modifikasi.....	69
Gambar 77. Jumlah Partikel ada Outlet Pipa Modifikasi.....	69
Gambar 78. Nilai Friction Factor	71

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil perhitungan Head Loss	75
Tabel 2. Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil perhitungan Head Loss	75
Tabel 3. Perbandingan Hasil Simulasi Partikel Antara desain Lapangan dengan Desain Modifikasi	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang manufaktur yang sudah berdiri sejak tahun 1910. Proses produksi pada PT. Semen Padang saat ini menggunakan proses kering yaitu penggilingan bahan mentah dengan kadar air sekitar 1% dan terbagi atas beberapa tahap yaitu proses penambangan bahan baku, proses pembuatan semen, proses penyimpanan dan pengantongan semen.

Pada proses pembuatan semen selalu terjadinya proses transpor material. Transpor material adalah proses yang menjadi penghubung antara proses di *raw mill*, proses di *kiln* maupun dengan proses di *cement mill*. Transpor material di PT. Semen Padang umumnya menggunakan prinsip *mechanical conveyor* dan *pneumatic conveyor*. Pada pabrik Indarung V, alat transpor material debu menggunakan prinsip *pneumatic conveyor*. *Pneumatic Conveyor* adalah Sistem yang digunakan untuk memindahkan partikel padat dari satu tempat ke tempat lain dengan media udara transportasi (Simanjuntak & Asral, 2019). Debu yang di transpor pada pabrik Indarung V merupakan debu yang berasal dari *Electrostatic Precipitator* (EP). *Electrostatic Precipitator* (EP) adalah suatu perangkat listrik yang digunakan sebagai penyaring debu. *Electrostatic precipitator* digunakan untuk mengurangi kadar debu sebelum dibuang melalui *chimney*, sehingga udara yang dikeluarkan lebih sedikit mengandung debu dan dibawah ambang yang diizinkan. Dengan menggunakan *Electrostatic Precipitator* jumlah limbah debu

yang keluar dari cerobong bisa berkurang hingga 95 – 99 % (Nugroho, 2017). Debu yang tersaring pada *electrostatic prespirator* digunakan kembali sebagai material tambahan dalam pembuatan semen. Oleh karena itu PT. Semen Padang memanfaatkan debu yang tersaring oleh *electrostatic prespirator* sebagai bahan tambah dalam pembuatan semen. Berdasarkan hasil survei lapangan yang didampingi oleh bapak Marjuki sebagai Process Design Engineering PT. Semen Padang, pemanfaatan debu tersebut dapat meningkatkan kuat tekan pada semen dan juga menambah kapasitas *Cement Mill* sebesar 2%.

Pada PT. Semen Padang tepatnya di pabrik Indarung V fasilitas untuk mensuplai material debu dari *raw mill* menuju *cement mill* menggunakan truk kapsul dan juga menggunakan pipa yang diberi tekanan udara. Akan tetapi alat transpor material yang menggunakan prinsip *pneumatic conveying* tersebut tidak bisa digunakan. Dalam penanganan transpor material debu pada unit *Raw Mill* Indarung V terjadi beberapa permasalahan seperti debu yang ditransporkan melalui pipa tidak teralirkan secara maksimal sehingga debu kembali pada bagian *hooper* dan menyebabkan debu bertebaran pada *Raw Mill* indarung V.

Untuk menganalisis permasalahan tersebut penulis melakukan observasi ke lapangan. Dari hasil observasi tersebut diketahui bahwa pipa transpor debu yang digunakan sangatlah panjang, pipa ini tersambung dengan beberapa jenis *connector* yang bentuk dan sudutnya berbeda - beda pula. Bentuk yang berbeda pada setiap *connector* pipa transpor material pada *raw mill* dapat menimbulkan *head loss* yang besar.

Untuk mengatasi masalah dan mengoptimalkan aliran transpor material dari permasalahan diatas maka perlu dilakukan analisa-analisa yang dapat diperoleh dari modifikasi peralatan yang ada. Data-data yang diinginkan untuk langkah ini dapat dilakukan dengan analisis numerik yang dapat dibantu dengan menggunakan aplikasi solidworks. Diharapkan dari analisis tersebut bisa didapatkan desain yang optimal dari pipa transpor material debu dan juga mengetahui berapa *pressure* yang dibutuhkan untuk menyuplai material dari *raw mill* menuju *cement mill* menggunakan sistem *pneumatic conveying* agar debu tersebut bisa ditranspor dari *raw mill* Indarung V menuju ke *cement mill*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa permasalahan:

1. Alat transpor material debu dari *raw mill* menuju *cement mill* tidak dapat digunakan.
2. Diameter pipa alat transport material mengalami perubahan dari 4 inch menjadi 8 inch akan tetapi tetap tidak bisa menghantarkan material.
3. Pipa yang berada dilapangan cukup panjang yang terdiri dari beberapa elbow yang dapat menyebabkan *pressure drop* cukup tinggi pada pipa.
4. Adanya perbedaan antara desain elbow satu yang ingin dibuat dengan desain yang berada dilapangan.
5. Material yang jatuh dari hopper menuju pipa bertebangan disekitar daerah *raw mill* Indarung V.
6. Desain rotary feeder perlu dilakukan pengkajian ulang untuk menentukan kapasitas material yang ingin ditransportkan.

7. Tidak terhantarkannya material secara baik dari *raw mill* Indarung V menuju *cement mill*.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian ini sistematis maka ruang lingkup permasalahan perlu dibatasi guna menghindari pembahasan masalah yang melebar dan tidak terarah pada permasalahan utama maka perlu adanya batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengujian *pressure drop* dilakukan pada desain pipa yang berada dilapangan dengan desain yang ingin dimodifikasi
2. Pada pengujian dilakukan penambahan kecepatan udara dan *pressure* untuk mantransportkan metrial menuju *cement mill*
3. Pengujian partikel dilakukan terhadap desain yang dilapangan dengan desain yang ingin diubah.
4. Analisis numerik dilakukan menggunakan aplikasi solidworks.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas maka dapat ditarik rumusan masalah :

1. Apa penyebab dari sistem transpor material debu dari *raw mill* menuju *cement mill* tidak bisa digunakan?
2. Bagaimana pengaruh perubahan desain *elbow* yang dilakukan terhadap aliran material yang berada di dalam pipa?
3. Berapa *pressure* yang dibutuhkan untuk menyuplai material dari *raw mill* menuju *cement mill*.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui model aliran fluida dan partikel pada sistem *pneumatic* PT. Semen Padang sesuai spesifikasi terpasang.
2. Mengetahui penyebab dari tidak berfungsinya dengan baik sistem *pneumatic* unit raw mill Indarung V PT. Semen Padang untuk menuju cement mill.
3. Mengetahui kecepatan *transport* dan tekanan yang dibutuhkan untuk mentranspor material dari *Raw mill* menuju *Cement mill* menggunakan aplikasi solidworks.

F. Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui desain yang efisien sebelum dan sesudah dilakukan perubahan pada elbow satu.
2. Sebagai acuan dalam pengoperasian sistem *pneumatic* di PT. Semen Padang dalam mengatasi masalah yang terjadi pada alat *transport* material debu dari *raw mill* menuju *cement mill* indarung V.
3. Sebagai acuan dan informasi untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis dan simulasi menggunakan *Solidworks* yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil simulasi aliran fluida menggunakan spesifikasi blower yang terpasang di lapangan diketahui bahwa kecepatan udara pada setiap elbow mengalami perubahan kenaikan maupun penurunan kecepatan udara yang artinya distribusi kecepatan pada aliran dalam pipa tidak stabil dan dapat menyebabkan terjadinya *pressure drop* atau *headloss* pada pipa, sedangkan pada aliran partikel menggunakan *pressure* 1,8 bar dan kecepatan 25 m/dt dari hasil simulasi bisa dilihat tidak dapat menghantarkan material menuju outlet pipa.
2. Dari simulasi menggunakan *solidworks* pada kecepatan udara 25 m/dt dan *pressure* 1,8 bar tidak dapat menghantarkan material menuju *outlet* pipa. Hal tersebut bisa terjadi karena kurangnya tekanan udara dan kecepatan udara untuk menghantarkan material sehingga perlunya penambahan tekanan dan kecepatan udara.
3. Dari hasil simulasi setelah dilakukan penambahan *pressure* udara menjadi 2 bar dan kecepatan udara 31 m/dt didapatkan hasil untuk desain di lapangan dapat menghantarkan partikel dengan persentase menghantarkan materialnya sebesar 64% sedangkan pada desain yang akan diubah dengan parameter yang sama didapatkan persentase sebesar 61%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. *Elbow* sangat berpengaruh terhadap distribusi partikel yang dialirkan pada pipa sehingga perlunya pengkajian ulang dalam membuat ukuran desain *elbow* yang digunakan pada pipa.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya adanya perbandingan menggunakan *software* lainnya yang sejenis agar hasil penelitian yang diharapkan lebih maksimal.
3. Bagi industri sebaiknya memanfaatkan penelitian ini sebagai bahan referensi metode analisis desain dengan menggunakan *software Solidworks*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrian, N., Ervianto, E., & Firdaus. (2015). Analisa Kinerja Electrostatic Precipitator (ESP) Berdasarkan Besarnya Tegangan DC yang digunakan terhadap Pulp and Paper. *Jom FTEKNIK*, 2(2), 1–12.
- Arifin, A. samsul, Saupala, P., & Parennden, D. (2014). Analisis Instalasi Pompa Pemadam Kebakaran pada Kompleks Terminal Bahan Bakar Minyak Merauke. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha*, 3(3), 267–284.
- Akmal, S., ZA, N., & Ibrahim, I. (2019). Analisa Profil Aliran Fluida Cair dan Pressure Drop pada Pipa L Menggunakan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamic (Cfd). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 97–108. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i2.2682>
- Bruce R. Munson, Donald F. young, T. H. O. (2009). *Fundamental of Fluid Mechanics* (Sixth Edition).
- Chandra j, G. A., Hadi, E. S., & Zaki, A. F. (2017). Analisa pengaruh sudut masuk kapal perintis 750 dwt terhadap resistance kapal dengan menggunakan CFD. *Teknik Perkapalan*, 5(2), 421–430.
- Fadhli, F., & Madjid, S. (2017). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Belokan Pipa (Elbow) Terhadap Kecepatan Aliran Fluida Dan Kerugian Tekanan. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 12(01), 1717–1721. <https://doi.org/10.47398/iltek.v12i01.399>
- Felani, A. (2021). Analisis Statis Konstruksi dan Lance Tube Sootblower Tipe Motorised Rotary Menggunakan Software Solidworks 2016. *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 12, Issue 2). <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.02.1>
- Gazali, A. A. (2018). Analisa Aliran Fluida Menggunakan CFD dengan Variabel Viscosity pada Preproses Injeksi Molding. Universitas Jember.
- Guan, Q., Liu, Z., Fang, X., Liu, B., Peng, B., Feng, Z., Suo, Y., & Li, W. (2017). Experimental study on dense-phase pneumatic conveying of coal powder at high pressures. *Clean Energy*, 1(1), 50–67. <https://doi.org/10.1093/ce/zkx007>
- Habsy, B. A. (2017). Seni Memahami Penelitian Kuliitatif Dalam Bimbingan Dan Konseling : Studi Literatur. *JURKAM: Jurnal Konseling Andi Matappa*, 1(2), 90. <https://doi.org/10.31100/jurkam.v1i2.56>
- Indra., A., Ridwan, & Kuswantoro, Y. (2015). Analisis Pengaruh Faktor Gesek Terhadap Pressure Drop pada Pipa Baja Bergelombang dengan Computational Fluid Dynamics (CFD). *Jurnal Teknik Mesin Universitas*