

# APLIKASI PEMROGRAMAN VISUAL BASIC UNTUK MENENTUKAN KAPASITAS DAN JENIS RELIEF VALVE

Andy N Sommeng<sup>1</sup>, Aziz Masykur Lubad<sup>2</sup>, Heri Hermansyah<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia  
<sup>2</sup>PPPTMGB "LEMIGAS"

heri@chemeng.ui.ac.id

## ABSTRAK

Kecelakaan dalam industri kimia seringkali terjadi dan berakibat fatal baik terhadap peralatan proses maupun terhadap manusia di sekitarnya sehingga menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Salah satu penyebab kecelakaan tersebut adalah terjadinya kegagalan relief valve dalam membuang tekanan akibat berlebih dari suatu peralatan bertekanan seperti bejana tekan dan tanki.

Salah satu penyebab kegagalan relief valve dalam membuang tekanan berlebih adalah kesalahan atau ketidakakurasian dalam menentukan kapasitas dan jenis suatu relief valve. Perhitungan yang akurat terhadap kapasitas dan jenis suatu relief valve merupakan salah satu faktor kunci dalam keselamatan kilang. Penentuan kapasitas dan jenis relief valve membutuhkan prosedur yang panjang dan analisis proses yang mendalam dari sistem yang akan diproteksi.

Visual Basic merupakan salah satu bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan kapasitas dan jenis suatu relief valve secara cepat dan akurat. Prosedur perhitungan yang digunakan mengacu pada API Recommended Practice 520 Part 2, API Recommended Practice 521 – Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems, dan ASME Boiler and Pressure Vessel (Section I power boiler dan section VIII pressure vessel division I).

Beberapa konstanta yang biasanya ditentukan berdasarkan pembacaan grafik, selanjutnya dibuat menjadi bentuk persamaan untuk mempercepat proses perhitungan. Konstanta-konstanta tersebut adalah faktor koreksi kapasitas akibat adanya backpressure ( $K_w$ ), faktor koreksi kapasitas akibat adanya overpressure ( $K_p$ ), dan faktor koreksi kapasitas akibat adanya viscosity ( $K_v$ ). Dalam pembuatan program ini, dimasukkan studi kasus perhitungan kapasitas dan jenis relief valve yang dipasang pada bejana bertekanan untuk proses pemisahan gas dan kondensat.

**Kata Kunci** : Relief Valve, Overpressure, Kapasitas, Simulasi, Pemrograman.

## PENDAHULUAN

Kecelakaan yang timbul di industri minyak dan gas bumi seringkali diakibatkan oleh adanya kelebihan tekanan dalam suatu peralatan atau sistem bertekanan seperti vessel, pipa atau tanki. Untuk mencegah terjadinya kelebihan tekanan dalam suatu peralatan proses, dipasang suatu sistem pengaman yang disebut dengan *Relief Valve*. *Relief valve* merupakan sarana yang berfungsi untuk melindungi peralatan proses dari kelebihan tekanan yang terjadi di dalamnya dengan cara melepas kelebihan tekanan yang terjadi ke atmosfer. Kesalahan atau ketidakakurasian dalam menentukan kapasitas dan jenis *relief valve* menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kecelakaan tersebut.

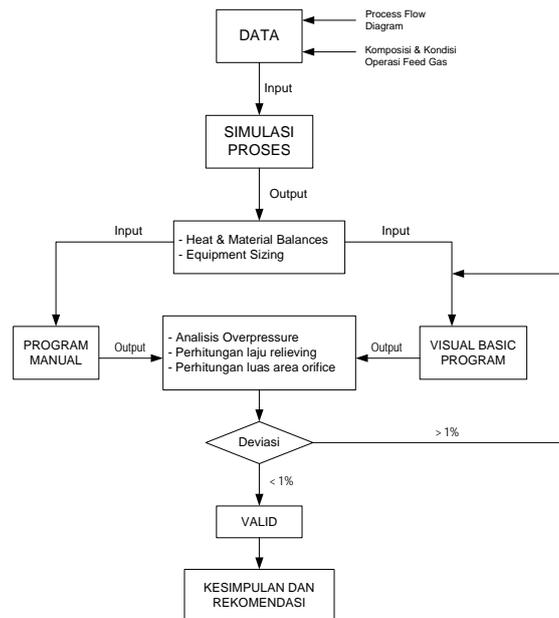
## TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dari penulisan tesis ini adalah membuat aplikasi *Visual Basic* untuk penentuan kapasitas dan jenis suatu relief valve sedangkan manfaat dari pembuatan aplikasi ini adalah selain untuk menjembatani dunia akademis dengan industri kimia

nasional juga diharapkan dapat membantu para engineer nasional khususnya engineer-engineer baru yang ingin menggeluti bidang industri kimia khususnya *process safety*.

## METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak untuk sizing relief valve ini diperlihatkan dalam Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Metodologi.

## State of The Art

Hingga saat ini, terdapat beberapa software untuk melakukan sizing *relief valve* seperti TYCO, PSVPlus, SRVS, InstruCal, dan DRIER. Seluruh software tersebut merupakan buatan luar negeri dan untuk mendapatkannya harus dibeli dengan harga yang tidak murah. Beranjak dari kenyataan tersebut, penulis mencoba mengembangkan perangkat lunak sejenis dengan melakukan beberapa pengembangan metoda perhitungan sehingga proses sizing dapat dilakukan secara lebih cepat. Beberapa metoda perhitungan yang penulis kembangkan adalah penentuan beberapa faktor koreksi kapasitas akibat *overpressure*, *backpressure*, dan *viskositas liquid*. Ketiga faktor koreksi tersebut disediakan oleh API RP 520 dan RP 521 dalam bentuk grafik. Disini penulis mencoba mengembangkan persamaan dari grafik tersebut dan memasukkannya kedalam program perangkat lunak.

## TINJAUAN PUSTAKA

Ada empat kemungkinan yang dapat menyebabkan terjadinya kelebihan tekanan dalam suatu peralatan proses yaitu :

1. Kenaikkan input bahan.
2. Penurunan output bahan.
3. Kenaikkan input panas.
4. Penurunan penghilangan panas.

Kapasitas *relief valve* pada umumnya dinyatakan dalam luas area *orifice* yang kemudian diameternya dihitung berdasarkan luasan tersebut. Untuk menghitung luas area *orifice*, perlu dilakukan perhitungan terlebih dahulu terhadap laju *relieving* untuk masing-masing penyebab *overpressure*. Formula perhitungan kapasitas dan luas area *orifice* berbeda untuk tiap jenis fluida yang mengalir melalui *relief valve*.

### A. Luas Area Orifice untuk Liquid.

$$A = \frac{Q\sqrt{G_L}}{38K.K_p.K_w.K_v.K_c\sqrt{1.25P - P_b}} \dots\dots(1)$$

### B. Luas Area Orifice untuk Gas.

$$A = \frac{W\sqrt{TZ}}{CK.P_1.K_b\sqrt{M}} \dots\dots\dots(2)$$

### C. Luas Area Orifice untuk Steam.

$$A = \frac{W}{51.5KK_{SH}K_pP_1K_N} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- A = Luas *orifice*, in<sup>2</sup>.
- Q = Laju alir liquid, gpm.
- W = Laju alir gas / steam, lb/hr.
- G = *Specific gravity liquid* pada suhu aliran.
- P = *Set pressure*, psig.
- P<sub>b</sub> = *Back pressure*, psig.
- K<sub>d</sub> = *Coefficient discharge*.

- $K_p$  = Faktor koreksi kapasitas karena *overpressure*.
- $K_w$  = Faktor koreksi karena *backpressure*.
- $K_c$  = Faktor kombinasi.
- $K_v$  = Faktor koreksi karena *viscosity*.
- $P_1$  = *Set pressure*.
- $K_b$  = Faktor koreksi karena *backpressure*.
- T = Temperatur *relieving*, R.
- Z = Kompresibilitas gas.
- M = Berat molekul.
- C = Konstanta aliran.
- $K_{sh}$  = Faktor koreksi untuk *superheated steam*.
- $K_N$  = Faktor koreksi untuk *saturated steam*.

**PEMBAHASAN**

Beberapa persamaan yang dikembangkan dari grafik faktor koreksi antara lain sebagai berikut:

**a) Aplikasi Fluida Cair:**

Persamaan untuk menghitung faktor koreksi kapasitas karena adanya *overpressure* adalah:

Pada *Overpressure*  $\leq 25\%$

$$K_p = -0.0014 (\% OP)^2 + 0.073 (\% OP) + 0.016 \dots\dots\dots (4)$$

Pada *Overpressure*  $> 25\%$

$$K_p = 0.00335 (\% OP) + 0.918 \dots\dots\dots(5)$$

Persamaan untuk menghitung faktor koreksi kapasitas karena adanya *backpressure* adalah:

Pada *Backpressure*  $> 15\%$

$$K_w = -0.01 (\% BP) + 1.185 \dots\dots\dots (6)$$

Persamaan untuk menghitung faktor koreksi kapasitas karena adanya viskositas adalah:

Untuk  $R < 200$

$$K_v = 0.27 (\ln R) - 0.65 \dots\dots\dots(7)$$

Untuk  $200 > R > 100.000$

$$K_v = -0.00777 (\ln R)^2 + 0.165 (\ln R) + 0.128 \dots\dots\dots(8)$$

**b) Aplikasi Fluida Gas.**

Pada Overpressure 25%

$$K_b = -0.0003 (\%BP)^2 + 0.0082 (\%BP) + 1.0291 \dots \dots \dots (9)$$

Pada Overpressure 16%

$$K_b = -0.0075 (\% BP) + 1.2808 \dots \dots \dots (10)$$

Dimana:

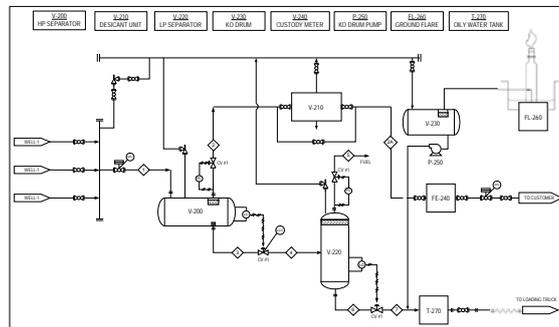
OP = Overpressure.

BP = Backpressure.

R = Bilangan Reynold.

Studi Kasus:

Untuk memperlihatkan contoh perhitungan dan melakukan validasi dilakukan studi kasus sizing *relief valve* pada peralatan *pressure vessel* dengan terlebih dahulu dilakukan analisis proses. Gambar 2 dan Tabel 1 masing-masing memperlihatkan diagram alir proses dan neraca panas dan massa dari unit proses pemisahan gas kondensat:



**Gambar 2.** Diagram alir proses pemisahan gas kondensat.

**Tabel 1.** Neraca panas dan massa.

Name	1	2	3	4	5	6	7
Vapour Fraction	0.88	1.00	0.00	0.01	1.00	0.00	0.01
Temperature [F]	100.00	99.64	99.64	98.11	98.11	98.11	96.25
Pressure [psig]	250	245	245	50	50	50	5
Molar Flow [MMSCFD]	15.00	13.13	1.87	1.87	0.03	1.85	1.85
Mass Flow [lb/hr]	35,165	29,218	5,947	5,947	77	5,870	5,870
Liquid Volume Flow [USGPM]	184.09	169.51	14.58	14.58	0.38	14.20	14.20
Molecular Weight	21.35	20.27	28.95	28.92	27.10	28.95	28.95
Z Factor		0.96			0.98		
Cp/Cv	1.22	1.31	1.09		1.21		
Heat of Vap. [Btu/lbmole]	9,898.90	6,025.52	21,729.46	25,113.16	8,967.15	20,800.81	23,520.89
Heat Flow [MMBtu/hr]	-76.39	-52.13	-24.25	-24.25	-0.12	-24.14	-24.14
<b>Composition</b>							
H2S	-	-	-	-	-	-	-
CO2	1.27	1.44	0.05	0.05	2.17	0.02	0.02
Nitrogen	0.03	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Methane	73.31	83.63	1.00	1.00	60.25	0.17	0.17
Ethane	6.31	7.15	0.40	0.40	14.27	0.20	0.20
Propane	3.96	4.41	0.77	0.77	12.69	0.61	0.61
i-Butane	0.87	0.94	0.38	0.38	2.96	0.34	0.34
n-Butane	0.68	0.72	0.40	0.40	2.31	0.37	0.37
i-Pentane	0.38	0.37	0.46	0.46	1.18	0.45	0.45
n-Pentane	0.33	0.31	0.50	0.50	0.97	0.49	0.49
n-Hexane	0.42	0.29	1.34	1.34	0.88	1.35	1.35
n-Heptane	0.52	0.21	2.69	2.69	0.60	2.72	2.72
n-Octane	0.48	0.09	3.21	3.21	0.25	3.25	3.25
n-Nonane	0.21	0.02	1.56	1.56	0.04	1.58	1.58
n-Decane	0.11	0.00	0.86	0.86	0.01	0.87	0.87
n-C11	0.04	0.00	0.32	0.32	0.00	0.32	0.32
H2O	11.05	0.38	85.82	85.82	1.39	87.01	87.01
C12+*	0.03	0.00	0.24	0.24	0.00	0.24	0.24

Hasil Perhitungan:

Berdasarkan hasil perhitungan dan dibandingkan dengan perhitungan manual, perangkat lunak ini memiliki tingkat keakurasian yang cukup tinggi. Tabel-2 memperlihatkan perbandingan hasil perhitungan manual dan menggunakan perangkat lunak:

**Tabel 2.** Perbandingan hasil perhitungan antara metoda manual dengan menggunakan software.

<b>HP Separator</b>			
Penyebab	Luas Area Orifice (in <sup>2</sup> )		
	Manual	Software	Deviasi (%)
1. CV #1 fail open	1.391	1.388	0.216
2. CV #2 fail open	0.049	0.0491	0.204
3. Fire	0.02557	0.025572	0.008
<b>LP Separator</b>			
Penyebab	Luas Area Orifice (in <sup>2</sup> )		
	Manual	Software	Deviasi (%)
1. CV #2 fails closed	0.125	0.12497	0.024
2. CV #3 fail open	0.0104	0.01037	0.288
3. CV #4 fail open	0.0887	0.08866	0.045
4. Fire	0.088939	0.088949	0.011

## KESIMPULAN

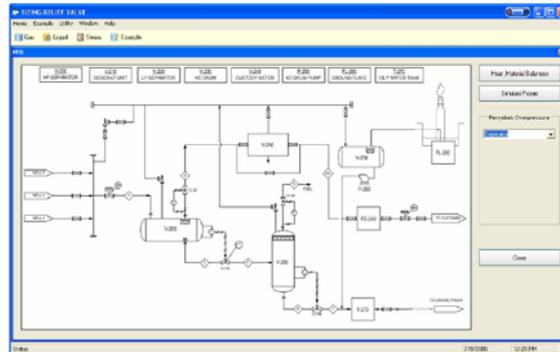
Berdasarkan dari tesis yang telah dibuat ini dapat ditarik kesimpulan dan saran antara lain sebagai berikut:

- 1) Analisis Overpressure dari suatu peralatan bertekanan serta perhitungan yang akurat terhadap luas area orifice dari suatu relief valve yang akan dipasang pada peralatan tersebut sangat penting untuk melakukan proteksi dari bahaya kelebihan tekanan.
- 2) Analisis penyebab dan besarnya *overpressure* merupakan kajian neraca massa dan energi yang spesial dan kompleks.
- 3) Dengan penggunaan perangkat lunak ini, perhitungan perhitungan kapasitas *relief valve* menjadi jauh lebih cepat dan lebih akurat dibandingkan dengan perhitungan manual.
- 4) Pengembangan perangkat lunak ini dapat dikembangkan lebih lanjut tidak hanya untuk proteksi *pressure vessel* saja, namun juga untuk safety di pada seluruh unit proses di industri kimia.

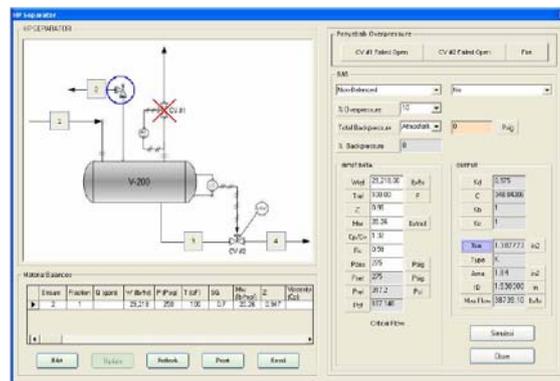
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ai L Ling, Practical Engineering Guidelines for Processing Plant Solutions, (KLM Technology Group, 2007).
- [2] American Petroleum Institute, API Recommended Practice 520, Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries, Part I, Sizing and Selection,(API, Washington D.C., 2000).
- [3] API Recommended Practice 521 – Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems (5th edition, October 1991).
- [4] ASME-Boiler and Pressure Vessel Code Section I, Power Boilers, and Section VIII, Pressure Vessels.
- [5] Bolilinger, R.E., D.G. Clark, A.M. Dowell III, R.M. Ewbank, D.C. Hendershot, W.K. Kutz, S.I. Meszaros, D.E. Park dan E.D. Wixom, Inherently Safer Chemical Processes: A LifeCycle Approach, CPPS.AIChE, New York (1996).
- [6] Emerson Process Management, Control Valve Handbook, (Fisher Controls International LLC, Marshalltown, Iowa USA, 2005).
- [7] Engineering Data Book, GPSA Volume 1, (11th edition - SI, 1998).
- [8] Malek, A. Mohammad, Pressure Relief Devices : ASME and API code Simplified, (New York: McGraw Hill, 2006).
- [9] Riveland Marc, Fundamentals of Valve Sizing for Liquids, (Fisher Controls Company (Fisher Controls International, Inc.), Marshalltown, Iowa, 1977).
- [10] Sam Mannan, Dr, Lee's, Loss Prevention in the Process Industries, (Texas: Elsevier, 2004).
- [11] Sanadjan, Relief Valve & Flare, (Kursus Advanced Process Design, Surabaya, July 2006).

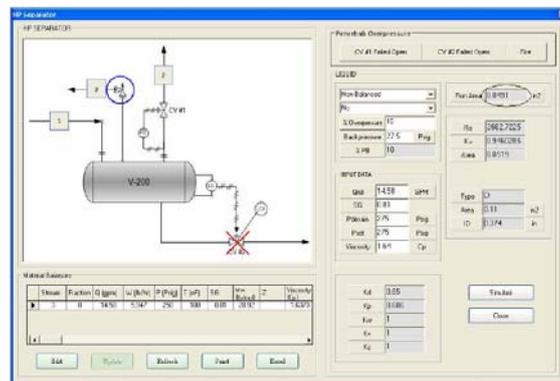
## A. LAMPIRAN 1



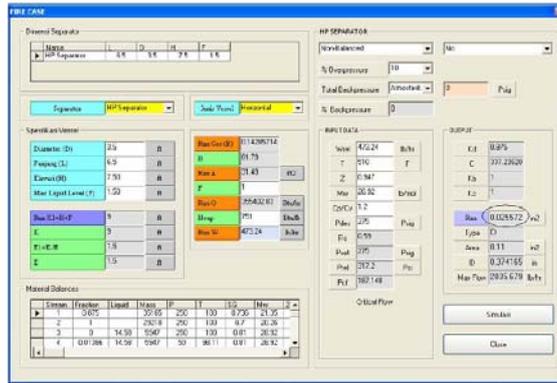
Gambar 3. Tampilan utama program visual basic.



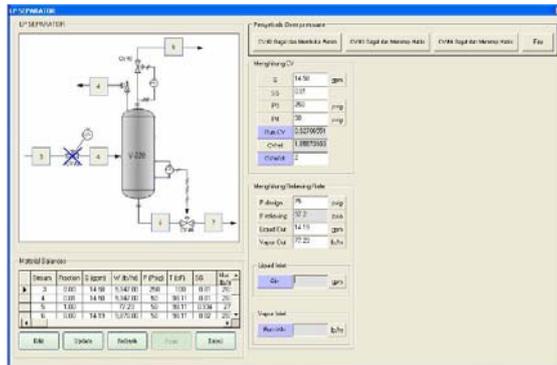
Gambar 4. Tampilan program pada menu "CV #1 gagal dan menutup penuh".



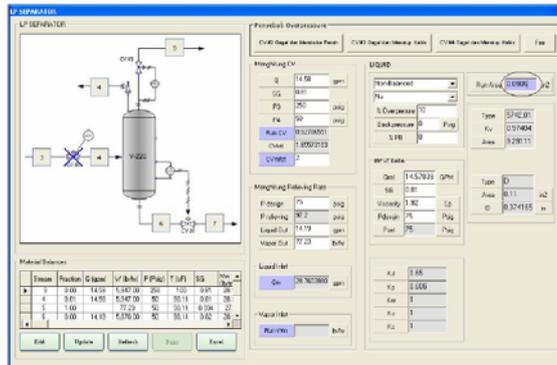
Gambar 5. Tampilan program pada menu "CV #2 gagal dan menutup penuh".



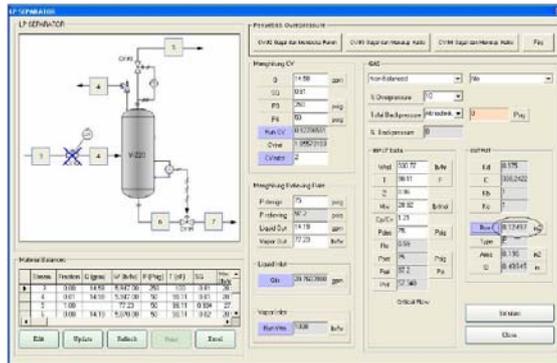
Gambar 6. Tampilan program pada menu "Fire" untuk HP separator.



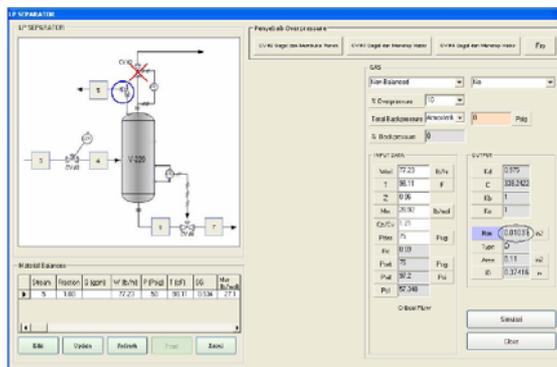
Gambar 7. Tampilan program untuk perhitungan *relieving rate* pada CV #2 gagal dan membuka penuh".



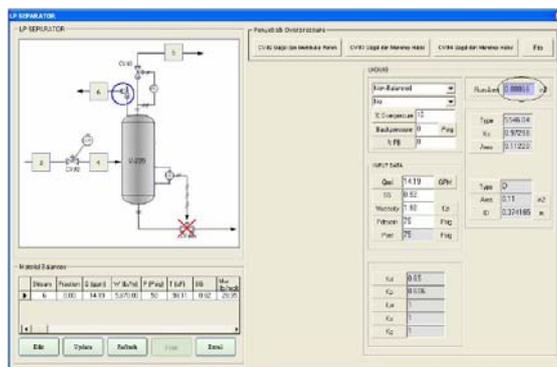
Gambar 8. Tampilan program hasil perhitungan untuk fluida cair pada kasus CV #2 gagal pada LP separator.



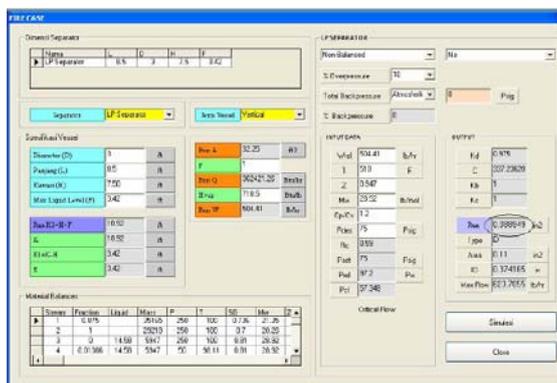
Gambar 9. Tampilan program hasil perhitungan untuk fluida gas pada kasus CV #2 gagal pada LP separator.



Gambar 10. Tampilan program pada menu “CV #3 gagal dan menutup penuh”.



Gambar 11. Tampilan program pada menu “CV #4 gagal dan menutup penuh”.



Gambar 12. Tampilan program pada menu “Fire” untuk LP separator.

[KEMBALI KE DAFTAR ISI](#)