

SKRIPSI

**PERANCANGAN SISTEM PENANGGULANGAN  
KEBAKARAN PADA TANGKI *CRUDE OIL* DI PT.X**



*Mencerdaskan &  
Memartabatkan Bangsa*

**LUTHFIANA RACHMA**

**1517618012**

Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam mendapatkan  
gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI**

**REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2023**

## ABSTRAK

Luthfiana Rachma, Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D, Pratomo Setyadi, S.T., M.T. 2023. Perancangan Sistem Penanggulangan Kebakaran pada Tangki *Crude oil* PT X. Skripsi, Jakarta: Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Tangki 901-T-009 adalah tangki terbesar di kilang minyak tuban sehingga memiliki resiko kebakaran yang tinggi. Oleh karena itu membutuhkan sistem proteksi kebakaran dengan instalasi otomatis 24 jam. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis terdorong untuk melakukan perancangan instalasi foam chamber serta menghitung kapasitas foam solution yang dibutuhkan sebagai upaya penanggulangan kebakaran di area Storage Tank Kilang Minyak Tuban. Metode penelitian ini menggunakan teknik analisis data menggunakan kalkulasi pada Microsoft excel standar dari United States Nuclear Regulatory Commision untuk menentukan besar potensi kebakaran dan data untuk menentukan kebutuhan media pemadam diolah dengan menggunakan perhitungan manual. Selanjutnya data tersebut diinterpretasikan dalam bentuk gambar dengan menggunakan software Autocad. Hasil penelitian ini didapatkan dengan kondisi kebakaran dengan mengembangkan skenario Unobstructed full liquid surface fire yaitu kebakaran yang terjadi karena atap tangki lepas akibat ledakan atau kelebihan tekanan sehingga terbentuk pool fire dan merancang kebutuhan instalasi foam chamber meliputi media pemadaman, menentukan jumlah foam chamber, dan menentukan daya pompa. Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini untuk instalasi foam chamber tangki 901-T-009, membutuhkan media pemadaman 16.523.991 liter air dan 61.942 liter konsentrat busa dengan jumlah 14 unit foam chamber dan laju aliran 2681,5 liter/menit. Serta membutuhkan pompa dengan kapasitas daya sebesar 646,2 hp.

**Kata kunci:** *Foam System*, Tangki Penyimpanan, Media Pemadaman

## ***ABSTRACT***

Luthfiana Rachma, Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D, Pratomo Setyadi, S.T., M.T. 2023. Perancangan Sistem Penanggulangan Kebakaran pada Tangki Crude oil PT X. Skripsi, Jakarta: Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Tank 901-T-009 is the largest tank in the Tuban refinery so it has a high fire risk. Therefore, it requires a fire protection system with a 24-hour automatic installation. Based on these conditions, the author was motivated to design a *foam* chamber installation and calculate the capacity of the *foam* solution needed in an effort to combat fires in the Storage Tank area of the Tuban Oil Refinery. This research method uses data analysis techniques using standard Microsoft Excel calculations from the United States Nuclear Regulatory Commission to determine the size of the fire potential and data to determine the need for extinguishing media is processed using manual calculations. Furthermore, the data is interpreted in the form of images using Autocad software. The results of this study were obtained with fire conditions by developing an Unobstructed full liquid surface fire skenario, namely a fire that occurred because the roof of the tank came off due to an explosion or excess pressure so that a pool fire was formed and designing the need for *foam* chamber installation including extinguishing media, determining the amount of *foam* chamber, and determining the power pump. The conclusion obtained from the results of this study for the installation of a *foam* chamber tank 901-T-009 requires an extinguishing medium of 16,523,991 liters of water and 61,942 liters of *foam* concentrate with a total of 14 *foam* chamber units and a flow rate of 2681.5 liters/minute. It also requires a pump with a power capacity of 646,2 hp.

**Keywords:** *Foam* System, Storage Tanks, Extinguishing Media


## LEMBAR PENGESAHAN I


Judul : PERANCANGAN SISTEM PENANGGULANAN  
KEBAKARAN PADA TANGKI *CRUDE OIL* PT X  
Penyusun : Luthfiana Rachma  
NIM : 1517618012  
Tanggal Ujian: 12 Juni 2023

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

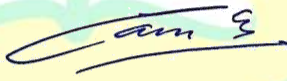
Pembimbing II,

  
Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D  
NIP. 197102232006041001

  
Pratomo Setyadi, S.T., M.T  
NIP. 1918102222006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran

  
Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D  
NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PERANCANGAN SISTEM PENANGGULANGAN  
KEBAKARAN PADA TANGKI *CRUDE OIL* PT X

Penyusun : Luthfiana Rachma

NIM : 1517618012

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

### NAMA DOSEN

**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D**

NIP. 197102232006041001

(Dosen Pembimbing I)

### TANDA TANGAN

### TANGGAL

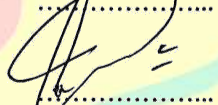


26/7/2023

**Pratomo Setyadi, S.T., M.T**

NIP. 19810222200641001

(Dosen Pembimbing II)



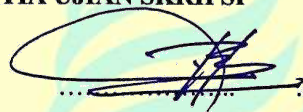
26/7/2023

### PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

**Ja'far Amiruddin, MT**

NIP. 197301152005011003

(Ketua)



10/7/2023

**Fransisca Maria Farida, MT**

NIP. 197612212008122002

(Sekretaris)



18/7/2023

**Dr. Himawan Hadi Sutrisno, MT**

NIP. 198105052008121002

(Dosen Ahli)

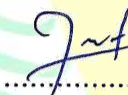


26/07/2023

**Sigit Pudyoko**

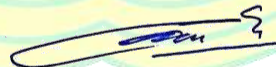
NIP. 744716

(Penguji Praktiksi)



28/7/2023

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Universitas Negeri Jakarta



**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D**

NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 28 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Luthfiana Rachma

NIM. 1517618012



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Luthfiana Rachma  
NIM : 1517618012  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/ Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Alamat email : luthfianafebruari@gmail.com

Demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Perancangan Sistem Penanggulangan Kebakaran pada Tangki *Crude Oil* di PT X

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 15 Agustus 2023

Penulis

( Luthfiana Rachma )

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “PERANCANGAN SISTEM PENANGGULANGAN KEBAKARAN PADA TANGKI *CRUDE OIL* PT X”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah bentuk tanggungjawab tertulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Universitas Negeri Jakarta. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bimbingan dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran sekaligus Dosen Pembimbing I yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama menyelesaikan penulisan ini.
2. Bapak Pratomo Setyadi, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama menyelesaikan penulisan ini.
3. Bapak Sigit Pudyoko selaku Dosen Pembimbing Lapangan yang penuh kesabaran memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama menyelesaikan penulisan ini.
4. Bapak Jafar Amiruddin, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Fauzuddinur Osman S.H dan Ibu Nurmaningsih yang selalu memberikan *support*, untuk doa yang terus mengalir disetiap waktu, untuk setiap pintu ikhlas dan maaf dalam menghadapi penulis, serta untuk kehangatan kasih sayang sebagai orang tua dan semua pelajaran hidup yang sangat berharga.
6. Kedua kakak saya, Novalia Desty Utami S.Psi dan Fachriza Fathan M.Si untuk semua *support* dan canda tawa dalam hal apapun.



7. Sahabat-sahabat saya Nazihah Tasya S.Psi, Arina Safira Herland S.I.Kom, Gita Amriena S.Ak, Alfrida Melinia W S.M, Devinta Nur Adika S.Pd. Wida Kurniasih S.S, Nanda Lita Aimie S.I.Kom, Maghvira Safitri S.T dan Milza Nur Tsurrayya S.T yang tiada henti memberikan dukungan dalam hal apapun.
8. Pemilik NIM 1517618026 yang telah kebersamai penulis pada hari-hari yang tidak mudah selama proses pengerjaan skripsi. Terima kasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan. Tetap kebersamai dan tidak tunduk pada apa-apa. *I'm so lucky to have u!*
9. Richo Jonathan S.Pd, Ammar Zahran S.T dan Fatimah Asiyah S.T yang telah memberikan *support*, bantuan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh teman-teman Rekayasa Keselamatan Kebakaran 2018 *see u on top!*
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwasanya skripsi ini jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat dijadikan pembelajaran baik penulis maupun pembaca.

Jakarta, Juli 2023

Luthfiana Rachma  
NIM. 1517618012

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Rumusan Masalah .....	3
1.5. Tujuan Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II .....	5
KAJIAN TEORI .....	5
2.1. Tangki .....	5
2.1.1. <i>Fixed Roof Tank</i> .....	5
2.1.2. <i>Floating Roof Tank</i> .....	6
2.1.3. <i>Internal Floating Roof Tank</i> .....	7
2.2. Kebakaran dan Ledakan .....	7
2.3. Teori Api .....	8
2.3.1. Oksigen didalam udara .....	8
2.3.2. Bahan Bakar .....	8
2.3.3. Panas .....	8
2.3.4. Reaksi Pembakaran .....	8
2.4. Klasifikasi Kebakaran .....	9

2.5.	Jenis Kebakaran.....	10
2.5.1.	<i>Jet/ Pressure fire</i> .....	10
2.5.2.	<i>Flash Fire</i> .....	11
2.5.3.	<i>Pool Fire</i> .....	11
2.5.4.	<i>Fire Ball</i> .....	12
2.6.	Faktor Penyebab Kebakaran.....	13
2.6.1.	Kegagalan Operasi .....	13
2.6.2.	Kegagalan Instrumen .....	13
2.6.3.	Petir .....	13
2.6.4.	Sabotase.....	14
2.6.5.	Listrik Statis .....	14
2.6.6.	Kegagalan <i>Maintenance</i> .....	14
2.6.7.	Kerusakan/ Retak Tangki.....	14
2.6.8.	Api Terbuka .....	15
2.6.9.	Bencana Alam .....	15
2.6.10.	Pecah dan Kebocoran Pemipaan .....	15
2.7.	Fase Kebakaran .....	16
2.7.1	Fase Penyalaan ( <i>Ignition Stage</i> ).....	16
2.7.2	Fase Pertumbuhan ( <i>Growth Stage</i> ) .....	16
2.7.3	<i>Flashover</i> .....	16
2.7.4	Pembakaran Penuh ( <i>Fully Developed Fire</i> ).....	16
2.7.5	Penghancuran Api .....	17
2.8.	Sistem Proteksi Kebakaran.....	17
2.8.1	Sistem Proteksi Pasif.....	17
2.8.2	Sistem Proteksi Aktif .....	19
2.9.	Laju Pelepasan Kalor.....	23
2.10.	<i>Foam Extinguishing System</i> .....	24
2.10.1.	Jenis-Jenis <i>Foam Extinguishing System</i> .....	25
2.10.2.	Komponen <i>Foam Extinguishing System</i> .....	26
2.11.	Sistem Perpipaan.....	29
2.11.1.	Komponen Sistem Perpipaan .....	30
2.11.2.	Penentuan Pola Aliran Dalam Pipa .....	32
2.12.	Pompa .....	32
2.12.1.	Klasifikasi Pompa.....	34

2.12.2.	Prinsip Kerja Pompa.....	34
2.12.3.	Pompa Sentrifugal .....	34
2.12.4.	Macam-macam Pompa Sentrifugal .....	35
BAB III .....		36
METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1.	Tempat, Waktu dan Objek Penelitian.....	36
3.2.	Diagram Alir Penelitian.....	36
3.2.1.	Analisis Potensi Kebakaran.....	37
3.2.2.	Perhitungan Kapasitas Media Pemadam yang dibutuhkan .....	41
3.2.3.	Menentukan Jumlah <i>Discharge Outlet</i> dan <i>Foam Tank</i> .....	44
3.2.4.	Perhitungan <i>Losses</i> Sistem Perpipaan.....	46
3.2.5.	Perhitungan Daya Pompa.....	47
3.3.	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data .....	47
3.4.	Teknik Analisis Data .....	48
3.5.	Asumsi yang Digunakan .....	48
BAB IV .....		49
HASIL PENELITIAN.....		49
4.1.	Analisis Resiko Kebakaran.....	49
4.2.	Perhitungan kapasitas media pemadam yang dibutuhkan.....	53
4.2.1.	Perhitungan <i>Foam Solution Discharge</i> .....	54
4.2.2.	Perhitungan kebutuhan <i>Foam Concentrate</i> .....	54
4.2.3.	Perhitungan kebutuhan air.....	54
4.2.4.	Perhitungan debit air pendingin .....	54
4.2.5.	Perhitungan kapasitas air pendingin.....	55
4.2.6.	Perhitungan total kebutuhan air .....	55
4.3.	Menentukan jumlah <i>Discharge Outlet (Foam Chamber)</i> dan <i>Desain Foam Tank</i> .....	55
4.3.1.	Perhitungan jumlah <i>Discharge Outlet</i> dan <i>Expanded Foam Rate</i> .....	55
4.3.2.	Menentukan ukuran pipa <i>inlet</i> dan <i>outlet foam chamber</i> .....	56
4.3.3.	Menentukan Jumlah <i>Foam Pressure vessel/Foam Bladder Tank</i> .....	58
4.4.	Perhitungan sistem perpipaan.....	60
4.4.1.	<i>Head loss</i> Sistem Perpipaan <i>Foam Chamber</i> .....	60
4.4.2.	Total kerugian dalam pipa.....	70
4.4.3.	<i>Head Statis</i> .....	71

4.4.4. <i>Head</i> Tekanan .....	71
4.4.5. <i>Head</i> Total.....	71
4.5. Daya Pompa .....	71
4.5.1. <i>Net Positive Suction Head</i> (NPSH).....	71
4.5.2. Daya Pompa untuk Pemadaman .....	72
4.5.3. Daya Pompa untuk Pendinginan .....	72
BAB V.....	73
KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN.....	76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	86



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fixed Roof Tank</i> .....	6
Gambar 2.2 <i>Floating Roof Tank</i> .....	6
Gambar 2.3 <i>Dome External Floating Roof Tank</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>Tetrahedron of fire</i> .....	9
Gambar 2.5 <i>Jet Fire</i> .....	11
Gambar 2.6 <i>Flash Fire</i> .....	11
Gambar 2.7 <i>Pool Fire</i> .....	12
Gambar 2.8 <i>Fire Ball</i> .....	12
Gambar 2.9 Tahapan Fase Kebakaran .....	16
Gambar 2.10 <i>Fire Barrier</i> .....	18
Gambar 2.11 <i>Fireproofing</i> .....	19
Gambar 2.12 Struktur skematik Sistem Proteksi Kebakaran Aktif.....	19
Gambar 2.13 <i>Fire Control Panel</i> .....	20
Gambar 2.14 <i>Addressable and Conventional System</i> .....	21
Gambar 2.15 <i>Hydrant</i> .....	22
Gambar 2.16 APAR .....	23
Gambar 2.17 <i>Fire Sprinkler System</i> .....	23
Gambar 2.18 <i>Foam Extinguishing System</i> .....	25
Gambar 2.19 Prinsip Kerja AFFF .....	26
Gambar 2.20 Prinsip Kerja <i>Alcohol Resistant Foam</i> .....	27
Gambar 2.21 <i>Vertical Foam Bladder Tank</i> .....	28
Gambar 2.22 <i>Inline Foam Inductor</i> .....	28
Gambar 2.23 <i>Foam Chamber</i> .....	29
Gambar 2.24 <i>Tee Component</i> .....	31
Gambar 2.25 <i>Elbow Component</i> .....	31
Gambar 2.26 <i>Reducer</i> .....	32
Gambar 2.27 Pompa Sentrifugal .....	35
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 4.1 <i>Layout efek domino Storage Tank 901-T-009</i> .....	52
Gambar 4.2 <i>Point Source Model</i> .....	52
Gambar 4.3 P&ID Sistem Perpipaan <i>Foam Chamber</i> .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kebakaran berdasarkan NFPA 10 .....	9
Tabel 2.2 <i>Flammable Liquids</i> .....	10
Tabel 2.3 <i>Combustible Liquids</i> .....	10
Tabel 2.4 <i>Minimum Tank Spacing (Shell to shell)</i> .....	18
Tabel 2.5 Klasifikasi APAR.....	22
Tabel 3.1 <i>Minimum Discharge Time and Application Rate for Fixed Roof Tank Containing Hydrocarbons</i> .....	42
Tabel 3.2 <i>Number of Fixed Foam Discharge Outlet for Fixed Roof Tanks</i> .....	44
Tabel 3.3 <i>data foam tank/foam pressure vessel</i> .....	45
Tabel 3.3 Kondisi Pipa dan Harga C (Formula Hazen William) .....	46
Tabel 4.1 Data Tangki 901-T-001.....	49
Tabel 4.2 <i>Input Parameters Liquid Pool Fire</i> .....	50
Tabel 4.3 Data Jarak antar Tangki dengan <i>Storage Tank 901-T-009</i> .....	51
Tabel 4.4 Total kebutuhan Media Pemadam di Area tangki <i>Crude oil Storage Tank</i> .....	55
Tabel 4.5 Ukuran Pipa <i>Inlet</i> dan <i>Outlet Foam Chamber</i> .....	58
Tabel 4.6 Spesifikasi <i>Foam Chamber Model KCS</i> .....	58
Tabel 4.7 Spesifikasi <i>Foam Bladder Tank CHEMGUARD 701058</i> .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Site Plan</i> Kilang.....	76
Lampiran 2. <i>Site Plan</i> Area tangki.....	77
Lampiran 3. <i>Piping Layout</i> .....	78
Lampiran 4. P&ID <i>Foam System</i> .....	81
Lampiran 5. <i>Data Sheet Foam Chamber</i> .....	82
Lampiran 6. <i>Data Sheet Foam Tank</i> .....	83
Lampiran 7. Kurva Efisiensi Pompa.....	84
Lampiran 8. Tabel spesifikasi pompa .....	85

