



UNIVERSITAS INDONESIA

**DESAIN DAN PENGUJIAN ALAT PEMADAM API MINI :
KARAKTERISTIK SEMBURAN AIR JARAK JAUH**

SKRIPSI

DAVID SIDEBANG

06060073045

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
DEPOK
JANUARI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**DESAIN DAN PENGUJIAN ALAT PEMADAM API MINI :
KARAKTERISTIK SEMBURAN AIR JARAK JAUH**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

DAVID SIDEBANG

0606073045

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

DEPOK

JANUARI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya bersama rekan saya Apriyos Naldi,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : David Sidebang

NPM : 0606073045

Tanda Tangan :

Tanggal : 11 Januari 2011



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : David Sidebang
NPM : 0606073045
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Desain Dan Pengujian Alat Pemadam Api Mini :
Karakteristik Semburan Air Jarak Jauh

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Warjito M.Eng, ()
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Yulianto S. Nugroho, M.sc, ()
Penguji : Dr. Ir. Engkos. Kosasih ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Yanuar, M.Eng. MSc. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Januari 2011

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa. Dengan penyertaan dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan yang masih perlu diperbaiki karena sebagai manusia penulis juga tidak lepas dari kesalahan baik secara sengaja maupun secara tidak sengaja.

Penulis harus mengakui banyak sekali masalah dalam penulisan skripsi ini terkait dengan pengumpulan data dan pemahaman teori. Meskipun demikian, penulis berusaha dan tetap berjuang dan menjadikan setiap masalah yang timbul sebagai motivasi dalam menyajikan skripsi yang terbaik, bermutu dan berguna bagi banyak pihak.

Banyak pihak yang ikut berpartisipasi dalam penulisan skripsi ini, mereka adalah orang-orang yang telah berjasa dalam membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Mereka diantaranya:

1. Bapa dan Mama di rumah, yang dalam bahasa Batak saya panggil bapa dohot uma. Terimakasih buat doa dan harapannya. Meskipun kita jauh, hati kita tetap dekat. Semoga Tuhan memberkati kalian.
2. Buat Abangku Daniel Gunawan Sidebang, adik-adikku Samuel Sidebang, Immanuel, dan Maria. Terimakasih ya Bang, Dek buat semua doanya. Semoga persaudaraan kita tetap erat selamanya. Untuk adik-adikku tetap semangat ya untuk sekolah. Rindu sama kalian semua.
3. Untuk Bapak Dr. Ir. Warjito M.Eng dan Prof. Dr. Ir. Yulianto S. Nugroho, M.sc, selaku pembimbing skripsi saya yang selalu sabar dalam membimbing dan membantu saya dalam penulisan skripsi ini. *Maaf ya Pak merepotkan!.* Doakan saya ya Pak agar sukses di kemudian hari.
4. Untuk seluruh pegawai Departemen Teknik Mesin, terimakasih buat bantuannya dalam pengurusan administrasi skripsi ini.

5. Apriyos Naldi selaku teman skripsi penulis. Banyak hal menarik yang kita lalui dalam pembuatan skripsi ini, banyak pelajaran yang bisa kita petik dari proses ini, mudah-mudahan kita sukses dikemudian hari. Tetap semangat mas bro.
6. Buat Hamdani Pujiyanto. Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan sepeda motornya, banyak kemudahan yang diperoleh penulis dengan sepeda motor tersebut. Dan dengan sepeda motor itu juga kita mendapatkan pengalaman pertama dan berharga di Pengadilan Negri Depok. Sukses buatmu kawan.
7. Buat teman-teman angkatan 2006 Teknik Mesin Universitas Indonesia. R. Arya Trisutrisno, Reynaldo, Ilham Riadhi, Rezha Kurnia, Ricky Rafiandi, Anton Atmaja, Heri Prabowo, Ferdy Bastian, Nursanty Elisabeth, Martha Indah, Danu Kurnia, dan ke tigas es penulis memperjuangkkn statistik Septian, Panji Arum Bismantoko, Sriyanto Terimakasih buat persahabatan yang telah kalian berikan selama ini kepada penulis. Sukses buat kalian semuanya.
8. Buat anak-anak orange kost. Andreas Silalahi, Benarto Pasaribu, David Simanjuntak, Rio Andre Siahaan, Domas Manalu, Daniel, Hasudungan Situmorang, Eko Hutahaeen, Sukiman, Hulman Sinaga, Jales Purba, David Silitonga, Hendra Tambunan, Dan Dani Tambunan. Empat tahun lebih kita lewati hari-hari kita dengan kebersamaan, mencoba mengerti dan menjalani hidup di tanah rantau dengan suasana yang sangat jauh berbeda dengan kebiasaan kita di kampung yang jauh disana, dan akhirnya kita bisa. Banyak pelajaran yang kita dapatkan bersama. Terimakasih untuk persahabatan yang tulus yang kalian berikan selama ini. Semangat ma ate tu angka dongan.
9. Dan semua orang yang berjasa dalam penulisan skripsi saya ini.

Mungkin hanya ini yang bisa penulis tuliskan, karena adanya keterbatasan. Maaf jika ada orang-orang yang tersakiti jika namanya tidak disebutkan. Tak ada gading

yang tidak retak, mungkin dalam penulisan skripsi ini banyak kesalahan sengaja maupun tidak sengaja, harap dimaafkan.

Depok, 11 Januari 2011

Penulis



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : David Sidebang

NPM : 06060073045

Program Studi : Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Desain Dan Pengujian Alat Pemadam Api Mini : Karakteristik Jenis Semburan Air Jarak Jauh

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Januari 2011

Yang menyatakan

(David Sidebang)

ABSTRAK

Nama : David Sidebang
Program studi : Teknik Mesin
Judul : Desain Dan Pengujian Alat Pemadam Api Mini :
Karateristik Jenis Semburan Air Jarak Jauh

Peristiwa kebakaran merupakan hal yang sering terjadi di daerah perkotaan dengan pemukiman yang padat penduduknya. Pada umumnya peristiwa kebakaran yang terjadi sulit untuk di tanggulangi. Diperlukan sebuah alat pemadam api yang dapat digunakan secara efektif, salah satunya adalah pemadam kebakaran mini. Pemadam api mini sangat cocok untuk daerah pemukiman yang mempunyai karakteristik akses jalan yang sempit, tikungan tajam, dan jalan yang tidak rata. Selain bentuknya yang kecil, pola sebaran air yang dimiliki alat pemadam kebakaran mini tersebut juga sangat menentukan keefektifan dalam memadamkan api. Untuk itu, dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian terhadap pola sebaran air yang terjadi. Dalam pengujian, dilakukan beberapa variasi pengambilan data dengan berbagai bukaan nosel, sudut yang berbeda, dan jarak. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sebaran air tersebut dengan variasi yang telah ditentukan.

Kata Kunci : sebaran air, pemadam kebakaran mini, nosel

ABSTRACT

Name : David Sidebang
Program Study : Mechanical Engineering
Title : Design And Testing of Mini Fire Extinguisher : Long
Range Water Spray Pattern Characteristic

Fire accident often happen in the urban area with the large number of population. Usually fire accident is hard to handle. We need some fire extinguisher which can use effectively, mini fire extinguisher is one of them. Mini fire extinguisher is good for urban area with bumpy road characteristic. It has small size, and its spray pattern determine effectiveness in fire extinguishing. So, we do some testing to mini fire extinguisher water spray pattern in this research. We do some variation in data collecting method like nozzle, angle, and distance variation. We do the research to know water spray characteristic with all variation that has determined before,

Key word : water spread pattern, pemadam kebakaran mini, nozzle

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I	1
Pendahuluan	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
I.4 Batasan Masalah	3
I.5 Metode Penelitian	3
1.5.1 Studi Literatur	4
1.5.2 Desain Alat Utama	4
1.5.4 Proses <i>Trial</i> dan Modifikasi	4
1.5.5 Proses Pengambilan dan Pengolahan Data	4
1.5.6 Penyusunan Laporan	4
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2	6
DASAR TEORI	6
2.1 Teori Dasar Pompa	6
2.1.1 Pengertian Dan Fungsi Pompa	6
2.1.2 Daya Pompa	6
2.1.3 Efisiensi Pompa	7
2.2 Pompa <i>Reciprocating</i>	8
2.3 Debit Aliran dan Persamaan Kontinuitas	11

2.4 Hukum Bernoulli dan <i>Pressure Drop</i>	12
2.5 Aliran Laminer dan Turbulen	14
2.5 Sifat-Sifat Fluida	15
2.5.1 Kerapatan, Berat Jenis dan Gravitasi Jenis	15
2.5.2 Kekentalan (<i>viscosity</i>)	16
2.6 Bending Stress dan Strain	18
2.7 Teori Api	20
2.7.1 Nyala Api	20
2.7.2 Heat Release Rate	20
2.8.3 Tahapan Perkembangan Api	21
2.8 Water Mist	22
BAB 3	25
METODE PENELITIAN	25
3.1 Skema Alat Uji	25
3.2 Peralatan Uji	27
3.2.1 Gerobak Pemadam Kebakaran Mini	27
3.2.2 Pompa	27
3.2.3 Mesin Penggerak	28
3.2.4 Reservoir	29
3.3 Alat Ukur	30
3.3.1 Gelas Ukur	30
3.3.2 <i>Tachometer</i> (Alat Pengukur Kecepatan Mesin)	31
3.3.3 Botol Penampung Air	32
3.3.4 <i>Stopwatch</i>	32
3.4 Wadah Penampung Air	33
3.5 Pengambilan Data	35
3.5.1 Pengambilan Data Visual	35
3.5.2 Pengambilan Data Sebaran Air Horisontal	36
3.5.3 Pengambilan Data Sebaran Air Vertikal	36
BAB 4	37
RANCANGAN ALAT	37
4.1 Langkah Langkah Pengerjaan Desain	37
4.2 Bentuk Dimensi Gerobak	38
4.2.1 Rangka Gerobak	39
4.2.2 Reservoir	41
4.2.3 Rangka Reservoir	42

4.2.4 Roda	45
4.3 Perhitungan Beban Pada Poros	46
4.3.1 Kondisi Gerobak Disimpan	46
4.3.2 Kondisi Gerobak Dipergunakan Dengan Reservoir Kosong.....	47
4.3.3 Kondisi Gerobak Dipergunakan Dengan Reservoir Berisi	48
4.3.4 Kondisi Gerobak Berjalan	50
4.4 Dimensi Wadah Penampung Air	51
4.5 Petunjuk Pemakaian Alat	52
BAB 5	56
HASIL DAN ANALISA	56
5.1 Pendekatan Nosel Yang Digunakan Pada Alat Pemadam Api Mini.....	56
5.2 Hasil Pengambilan Data Umum.....	57
5.2.1 Untuk Jenis Semburan Pada Sudut $\Theta = 0^\circ$	57
5.2.2 Untuk Jenis Semburan Pada Sudut $\Theta = 5^\circ$	61
5.3 Gambaran Umum Sebaran Air Pada Sudut 0° Dan 5°	62
5.4 Perbandingan Jarak Teoritis Dan Aktual Untuk Semburan 0° Dan 5°	66
5.4.1 Jarak Semburan Air Pada Sudut 0°	66
5.4.2 Jarak Semburan Air Pada Sudut 5°	71
5.5 Pressure drop.....	73
5.6 Kondisi Optimum.....	75
5.7 Perbandingan Karakteristik Semburan Jarak Jauh.....	78
5.7.1 Perbandingan karakteristik semburan 50 % dan 75 % untuk sudut 0° dan sudut 5°	79
5.7.2 Perbandingan Jenis Semburan Terhadap Volume Total Pada Semburan 50 % dan 75 % Untuk Sudut 0° Dan Sudut 5°	81
5.7.3 Perbandingan Pola Sebaran Air Pada Semburan 50 % Dan 75 % Untuk Sudut 0° Dan Sudut 5°	83
BAB 6	87
KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Kesimpulan.	87
6.2 Saran.	87
DAFTAR PUSTAKA.....	88
LAMPIRAN	89

DAFTAR GAMBAR

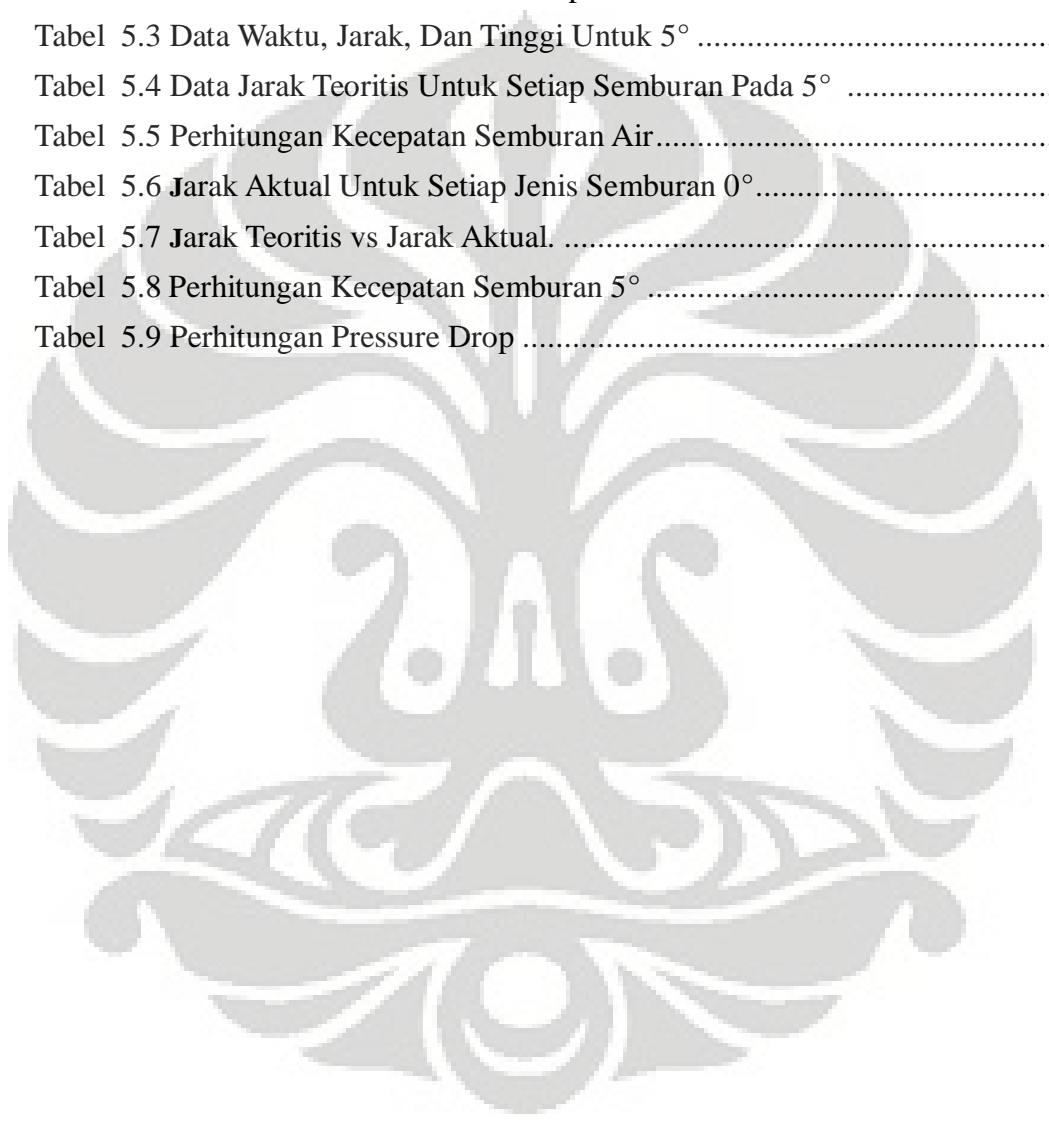
Gambar 2. 1 Skema Pompa Recipocating	9
Gambar 2. 2 Kurva Karakteristik Pompa Reseiprokating	9
Gambar 2. 3 Pengaruh Slip Pada Pompa Resiprokating	10
Gambar 2. 4 Gradien Kecepatan	18
Gambar 2. 5 Hubungan Tegangan Geser Dengan Gradien Kecepatan	18
Gambar 2. 6 Bending Pada Batang Lurus	19
Gambar 2. 7 Grafik Hubungan Antar Waktu dan HRR	21
Gambar 2. 8 Grafik Perkembangan Api.....	22
Gambar 2. 9 Berbagai Metoda Pembentukan Butiran Air	23
Gambar 3. 1 Skema Pengujian Perhitungan Jumlah Sebaran Air	25
Gambar 3. 2 Skematik dan Terminologi Yang Digunakan.....	26
Gambar 3. 3 Gerobak Pemadam Kebakaran Mini.....	27
Gambar 3. 4 Pompa Plunyer	28
Gambar 3. 5 Mesin Penggerak	29
Gambar 3. 6 Reservoir	30
Gambar 3. 7 Gelas Ukur	31
Gambar 3. 8 Alat Pengukur Kecepatan Putaran Mesin	31
Gambar 3. 9 Botol Penampung Air	32
Gambar 3. 10 Stopwatch.....	33
Gambar 3. 11 Wadah Penampung Air.....	33
Gambar 3. 12 Terminologi Pada Wadah Penampung	34
Gambar 4. 1 Dimensi Desain Gerobak Tampak Samping	39
Gambar 4. 2 Dimensi Desain Gerobak Tampak Atas	40
Gambar 4. 3 Dimensi Desain Gerobak Tampak Depan	40
Gambar 4. 4 Desain Rangka Gerobak	41
Gambar 4. 5 Desain Reservoir	41
Gambar 4. 6 Reservoir Tampak Atas	42
Gambar 4. 7 Reservoir Tampak Samping	42

Gambar 4. 8 Desain Reservoir Tampak Atas	43
Gambar 4. 9 Desain Rangka Tampak Depan	43
Gambar 4. 10 Desain Rangka Reservoir Tampak Samping	44
Gambar 4. 11 Rangka Reservoir.....	44
Gambar 4. 12 Dimensi Roda	45
Gambar 4. 13 Roda.....	45
Gambar 4. 14 Wadah Penampung	52
Gambar 4. 15 Pengait Reservoir.....	52
Gambar 4. 16 Pengait Reservoir Telah Didudukan	53
Gambar 4. 17 Menurunkan Reservoir dan Memasangny Pada Dudukan	53
Gambar 4. 18 Pemasangan Selang Hisap dan Selang Sirkulasi	53
Gambar 4. 19 Membuka Gulungan Nosel dan Pemeriksaan Katup	54
Gambar 4. 20 Pemeriksaan Bahan Bakar.....	54
Gambar 4. 21 Tuas Penyalaan Mesin	54
Gambar 4. 22 Gagang Penyalaan Mesin.....	55
Gambar 5. 1 Nosel Pemadam Api	56
Gambar 5. 2 Pendekatan Bukaan Nosel.....	56
Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Jenis Semburan Dengan Waku Pada Sudut 0 Derajad	59
Gambar 5. 4 Jarak Untuk Setiap Jenis Semburan Air.....	60
Gambar 5. 5 Jenis Semburan Terhadap Waktu.....	61
Gambar 5. 6 Grafik Jarak Setiap Jenis Semburan	62
Gambar 5. 7 Semburan 25 % Jarak Tengah Sudut 0°	63
Gambar 5. 8 Semburan 25 % Jarak Jauh Sudut 5°	64
Gambar 5. 9 Semburan 37,5 % Jarak Dekat 0°	64
Gambar 5. 10 Semburan 37,5 % Jarak Dekat Sudut 5°	65
Gambar 5. 11 Semburan 50 % Jarak Jauh Sudut 0°	65
Gambar 5. 12Semburan 100 % Jarak Jauh Sudut 0°	66
Gambar 5. 13 Pola Jatuhnya Air Pada Sudut 0°	67
Gambar 5. 14 Perbandingan Jarak Teoritis dan Jarak Aktual	70
Gambar 5. 15 Pola Jatuhnya Air Pada Sudut 6°	71

Gambar 5. 16 Perbandingan Jarak Teoritikal dan Aktual	72
Gambar 5. 17 Perbedaan Jarak Antara Pada Sudut 0° dan 5°	72
Gambar 5. 18 Grafik Penurunan Tekanan.....	74
Gambar 5. 19 Grafik Volume vs Posisi Titik Tampung Bukaan 4.....	76
Gambar 5. 20 Grafik Volume vs Posisi Titik Tampung Bukaan 5.....	77
Gambar 5. 21 Grafik Volume VS Posisi Titik Tampung Bukaan 6	77
Gambar 5. 22 Gravis vs Posisi Ukur Bukaan 7	77
Gambar 5. 23 Volume VS Semburan Air 50 %	82
Gambar 5. 24 Volume vs Semburan Air 75 %	82
Gambar 5. 25 Pola Sebaran Air Semburan 50 % Sudut 0°	83
Gambar 5. 26 Gambar Pola Sebaran Air Semburan 50 % Pada Sudut 5°	84
Gambar 5. 27 Gambar Pola Sebaran Air Semburan 75 % Pada Sudut 0°	84
Gambar 5. 28 Gambar Pola Sebaran Air Semburan 75 % Pada Sudut 5°	85
Gambar 5. 29 Pola Semburan 50 % Untuk Sudut 0 dan 5°	86
Gambar 5. 30 Pola Semburan 75 % Untuk Sudut 0 dan 5°	86

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Koordinat Botol Penampung	34
Tabel 5.1 Data Waktu, Jarak, Dan Volume Pada Setiap Jenis Semburan Untuk Sudut 0°	58
Tabel 5.2 Data Jarak Teoritis Untuk Setiap Jenis Semburan Untuk Sudut 0°	60
Tabel 5.3 Data Waktu, Jarak, Dan Tinggi Untuk 5°	61
Tabel 5.4 Data Jarak Teoritis Untuk Setiap Semburan Pada 5°	62
Tabel 5.5 Perhitungan Kecepatan Semburan Air	67
Tabel 5.6 Jarak Aktual Untuk Setiap Jenis Semburan 0°	68
Tabel 5.7 Jarak Teoritis vs Jarak Aktual.	69
Tabel 5.8 Perhitungan Kecepatan Semburan 5°	71
Tabel 5.9 Perhitungan Pressure Drop	73



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pemukiman penduduk yang tidak tertata dengan baik sangat banyak dijumpai di kota-kota yang ada di Indonesia. Pemukiman yang seperti ini biasanya mempunyai karakteristik sebagai berikut : jalan yang sempit, jalan yang tidak mulus dan terdapat banyak tikungan tajam. Keadaan seperti ini sangat menghambat untuk melakukan evakuasi secara efektif bila terjadi bencana atau musibah. Salah satu bencana yang sangat sulit dikendalikan pada pemukiman dengan karakteristik seperti ini adalah peristiwa kebakaran. Dari banyak kasus kebakaran yang terjadi di kota-kota besar yang ada di Indonesia biaya kerugian yang ditimbulkan cukup besar. Hal ini terjadi karena proses evakuasi yang terlambat. Salah satu penyebab keterlambatan proses evakuasi adalah karakteristik pemukiman penduduk yang telah disebutkan sebelumnya.

Dengan keadaan pemukiman penduduk yang seperti itu, penggunaan alat pemadam kebakaran berupa mobil pemadam kebakaran sangat tidak efektif dipergunakan jika terjadi peristiwa kebakaran. Salah satu penyebabnya adalah jalan yang tersedia pada pemukiman padat penduduk tidak bisa dilalui oleh mobil pemadam kebakaran. Hal ini disebabkan dimensi mobil pemadam kebakaran yang tersedia sangat tidak sesuai dengan akses jalan yang ada. Kenyataan seperti ini tidak bisa dibiarkan terus menerus, karena proses evakuasi yang terlambat pada peristiwa kebakaran akan menyebabkan semakin banyak kerugian materi yang terjadi. Untuk itu diperlukan sebuah alat pemadam api alternatif yang dapat mengatasi kendala yang ditemui di lapangan.

Mempertimbangkan kondisi tersebut penulis mencoba untuk melakukan penelitian untuk membuat sebuah alat pemadam kebakaran mini yang bersifat *portable*. Kelebihan yang dimiliki dari alat pemadam kebakaran mini ini nantinya adalah kemampuannya untuk berpindah - pindah tempat, sehingga alat ini mampu untuk mencapai area pemukiman padat penduduk yang tidak bisa dicapai oleh mobil pemadam kebakaran biasa. Diharapkan alat ini juga mampu menaggulangi

kekurangan - kekurangan lainnya yang berhubungan dengan kegiatan pemadaman kebakaran pada area perumahan padat penduduk.

Salah satu kelebihan alat pemadam kebakaran mini ini selain dapat digunakan untuk memadamkan api juga dapat digunakan sebagai alat pencuci sepeda motor. Sehingga secara tidak langsung alat ini bisa membuka peluang usaha baru bagi masyarakat setempat.

I.2 Rumusan Masalah

Perumahan-perumahan yang padat penduduknya di Indonesia umumnya mempunyai karakteristik sebagai berikut : akses jalan yang tidak terlalu lebar dengan ukuran ± 1 m, belokan yang tajam, jarak antar rumah yang sangat dekat, penataan pemukiman yang tidak teratur, sumber mata air yang terbatas, serta pada beberapa tempat kondisi jalan tidak terlalu bagus dengan adanya polisi tidur.

Keadaan seperti ini sangat menyulitkan mobil pemadam kebakaran untuk mencapai lokasi terjadinya kebakaran pada daerah-daerah tersebut. Hal ini tentunya kurang memenuhi harapan masyarakat akan tersedianya pelayanan pemadaman kebakaran yang cepat dan efektif digunakan pada saat terjadinya peristiwa kebakaran. Oleh sebab itu penulis melakukan penelitian untuk membuat alat pemadam kebakaran mini *portable* yang dapat bekerja dengan baik di daerah pemukiman padat penduduk dengan akses jalan yang relatif sempit dan berbagai kondisi lain yang telah disebutkan sebelumnya. Selain itu, alat pemadam kebakaran mini ini didisain juga untuk dapat memanfaatkan air galon mineral. Seperti kita ketahui, umumnya penduduk yang bermukim diperkotaan menggunakan air galon mineral sebagai air minum. Disain alat yang dapat memanfaatkan galon air minum sebagai sumber air dapat membantu untuk memadamkan api.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang dan membuat sebuah alat pemadam kebakaran mini *portable* yang mampu untuk bermanuver dengan baik di daerah pemukiman padat penduduk. Bermanuver disini bisa diartikan sebagai kemampuan alat untuk mengangkut pompa, mesin, dan reservoir, serta kemampuan alat untuk menahan total beban peralatan secara keseluruhan ketika diangkut / dioperasikan. Selain itu, dalam penelitian ini juga dianalisa pola sebaran air yang keluar dari nosel alat pemadam kebakaran mini tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini bertujuan untuk terciptanya sebuah alat pemadam kebakaran mini *portable* yang mampu menanggulangi masalah pemadaman kebakaran di daerah padat penduduk yang ada perkotaan.

1.4 Batasan Masalah

Alat Pemadam Kebakaran Mini Plus ini merupakan sebuah sistem pemadam kebakaran yang kompleks, karena penulis mencoba menggabungkan ide antara peralatan cuci *steam* motor, gerobak pengangkut, serta sebuah *reservoir* yang saling bekerja secara fungsional.

Dalam penelitian ini penulis mebatasi permasalahan dalam hal desain dan fungsi kerja alat. Adapun batasan-batasan penelitian yang dilakukan meliputi :

- Fluida yang digunakan adalah air
- Nossel yang digunakan sama pada setiap pengujian (pengambilan data)
- Kecepatan mesin sama pada setiap pengujian
- Variasi penembakan horizontal dilakukan pada sudut 0° , dan 5°
- Variasi penembakan vertikal dilakukan pada sudut 0°
- Penulis hanya ingin mengetahui distribusi pola sebaran air yang di tembakkan dari nossel

1.5 Metode Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini metode yang digunakan adalah sebagai berikut

1.5.1 Studi Literatur

Literatur - literatur yang digunakan sebagai referensi dalam penulisan tugas akhir ini antara lain : buku; jurnal; artikel; skripsi; dan internet. Literatur – literatur tersebut menjadi dasar yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan *alat pemadam kebakaran mini ini*.

1.5.2 Desain Alat Utama

Desain alat utama dilakukan dengan menggunakan software autocad supaya dihasilkan dimensi yang sesuai dengan yang diharapkan

1.5.3 Proses Fabrikasi dan Instalasi

Langkah selanjutnya ialah proses fabrikasi. Setelah proses fabrikasi selesai, alat pemadam kebakaran mini tersebut menjadi suatu kesatuan yang dapat digunakan untuk melakukan pengujian.

1.5.4 Proses *Trial* dan Modifikasi

Pada tahap ini, setelah alat telah terinstalasi dengan baik, dilakukan proses percobaan awal apakah setiap elemen dari alat-alat tersebut telah berfungsi dengan baik, apabila masih terdapat kesalahan maka dilakukan proses perbaikan atau modifikasi.

1.5.5 Proses Pengambilan dan Pengolahan Data

Tahap selanjutnya adalah proses percobaan dengan melakukan pengambilan data, yang pada akhirnya data-data tersebut diolah untuk mendapatkan nilai antara lain : sebaran air pada setiap bukaan pistol dengan tinggi yang sama dan jarak yang berbeda, waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian pada setiap bukaan.

1.5.6 Penyusunan Laporan

Pada tahap ini, seluruh data percobaan beserta literatur-literatur pendukung dirangkum dan diformulasikan kedalam bentuk tulisan, sebagai bentuk laporan hasil penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini, disusun berdasarkan ketentuan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini membahas tentang konsep-konsep yang menjadi dasar teori dalam perancangan, sifat-sifat fluida air, pompa reciprocating, dan nosel

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai proses pembuatan desain alat utama yang terdiri dari gerobak pemadam kebakaran dan wadah penampung air hasil tembakan dari nosel. Selain itu, bab ini juga berisi tentang cara pengambilan data, alat-alat yang digunakan dalam proses pengambilan data tersebut, dan skema pengujian alat.

BAB 4 RANCANGAN GEROBAK MINI DAN WADAH PENAMPUNG AIR

Bab ini membahas tentang rancangan gerobak yang telah dibuat

BAB 5 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA

Bab ini membahas hasil dan data dari percobaan yang telah diolah untuk masing-masing variasi. Tahap selanjutnya adalah analisa mengenai fenomena yang terjadi.

BAB 6 KESIMPULAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian dan saran penulis.

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 Teori Dasar Pompa

2.1.1 Pengertian Dan Fungsi Pompa

Pompa merupakan peralatan mekanis yang berfungsi untuk menaikkan energi tekanan pada cairan yang ada di pompa. Pompa akan mengubah energi mekanis dari mesin penggerak menjadi energi potensial tekan. Perubahan energi mekanis menjadi energi potensial tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

- (a) Menggunakan plunger dengan gerakan bolak balik.
- (b) Menggunakan sudu atau impeller yang berputar.
- (c) Menggunakan fluida perantara baik gas maupun cair yang berkecepatan tinggi kemudian dicampur dengan fluida yang berkecepatan rendah yang akan dipompakan.
- (d) Menginjeksikan udara bertekanan tinggi yang diinjeksikan ke saluran fluida yang dipompakan.

Pompa pada awalnya hanya dipakai sebagai alat penyediaan air untuk keperluan sehari-hari bagi manusia. Akan tetapi, dewasa ini penggunaan pompa sudah sangat bervariasi baik untuk keperluan pabrik, pertambangan minyak, perusahaan air bersih dan juga untuk keperluan penelitian. Secara umum fungsi pompa adalah sebagai berikut : memindahkan fluida dari tempat yang berkedudukan rendah ke tempat yang berkedudukan tinggi, memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain yang bertekanan tinggi, dan memindahkan fluida ke tempat lain dengan jarak tertentu.

2.1.2 Daya Pompa

Besarnya energi yang dibutuhkan untuk memutar poros pompa sangat dipengaruhi kapasitas pompa, tinggi tekan pompa, berat jenis fluida yang dipompakan, serta efisiensi total pompa tersebut. Daya yang dibutuhkan untuk

memutar poros pompa dirimuskan dengan persamaan (Stephen lazarkiewich, impeller pump, hal 71) :

$$P_{sh} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta_t} \quad (2.1)$$

Dimana :
 Psh : daya yang dibutuhkan pompa (HP)
 Q : kapasitas pompa (m³/s)
 H : Tinggi tekan pompa (m)
 γ : berat jenis fluida di pompa (kg/m³)
 η_t : efisiensi pompa

2.1.3 Efisiensi Pompa

Pada pompa hasil masukan tidak mungkin sama dengan hasil keluaran, hal ini disebabkan adanya kerugian hidrolisis, kerugian mekanis, dan kerugian volumetric. Efisiensi total pompa merupakan hasil perkalian dari efisiensi hidrolisis, efisiensi mekanis, dan efisiensi volumetric.

2.1.3.1 Kerugian Hidrolis

Kerugian hidrolis menyebabkan turunnya head yang dihasilkan pompa, akibat adanya gesekan-gesekan. Efisiensi hidrolisis dinyatakan dengan :

$$\eta_h = \frac{H_{man}}{H_{th}} = 0,75 \quad (2.2)$$

Dimana :
 Hst = head yang dapat dicapai pompa (m)
 Hman = head manometrik pompa (m)
 Hgt = head kerugian gesek (m)

2.1.3.2 Kerugian volumetric

Kerugian volumetric disebabkan kebocoran lewat celah yang ada pada pompa. Efisiensi volumetric dinyatakan dengan :

$$\eta_v = \frac{Q_e}{Q} \quad (2.3)$$

Dengan :

Q_e = kapasitas efektif yang terpakai (m³/s)

Q = kapasitas total, m³/s

2.1.3.2 Kerugian Mekanis

Kerugian mekanis disebabkan gesekan dari bagian-bagian pompa yang berputar. Efisiensi mekanis dinyatakan dengan :

$$\eta_m = \frac{N_e}{N} = 0,85 \quad (2.4)$$

Dengan :

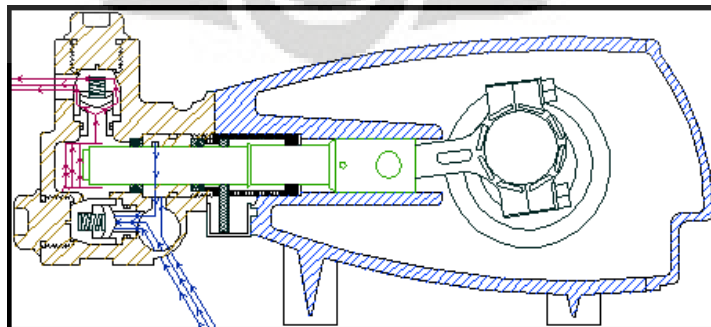
N_e = daya efektif (kW)

N = Daya Yang Diberikan Pada Poros Pompa (Kw)

2.2 Pompa *Reciprocating*

Pompa *reciprocating* mempunyai prinsip kerja merubah energi mekanik dari penggerak pompa menjadi energi aliran dengan menggunakan elemen bolak-balik (*resiprocating*) yang ada di dalam silinder.

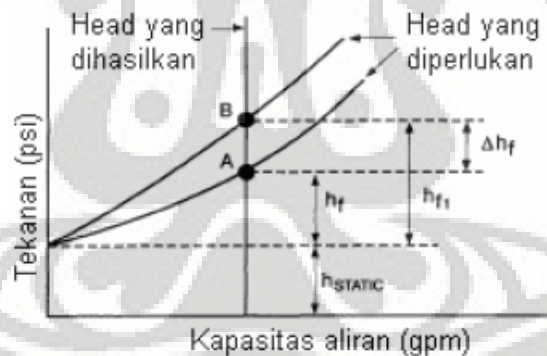
Semua pompa resiprokating memiliki bagian yang berfungsi untuk menghandle fluida yang dinamakan *liquid end*, yang terdiri dari : torak/plunger, silinder, katup isap, katup buang, sil antara silinder dan torak. Serta bagian penggerak (*power end*) yang terdiri dari poros engkol, batang engkol,



Gambar 2. 1 Skema Pompa *Reciprocating*

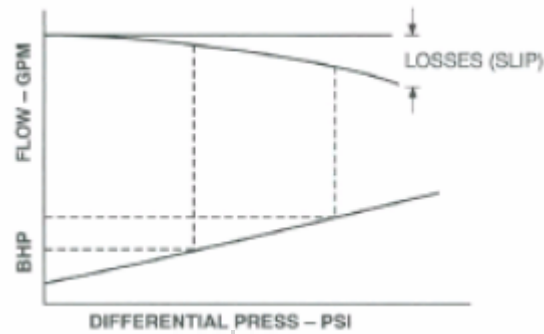
Pada pompa torak kerja tunggal, dalam setiap silinder ada dua katup yaitu katup isap dan katup buang. Pada langkah isap torak bergerak dari TMA ke TMB, tekanan didalam silinder menjadi turun. Akibatnya ada beda tekanan antara diluar silinder dengan didalam silinder, sehingga katup isap terbuka, zat cair kemudian terhisap kedalam silinder. Ketika torak berada pada TMB dan mulai bergerak menuju TMA, katup isap menutup kembali. Setelah zat cair masuk ke dalam silinder kemudian didorong torak menuju katup buang, tekanan didalam silinder menjadi naik, sehingga katup buang terbuka. Selanjutnya zat cair mengalir melewati katup buang keluar silinder dengan dorongan torak yang menuju katup sampai akhir langkah buang.

Karakteristik pompa *reciprocating* (dan pompa perpindahan positif pada umumnya) bila digambarkan dalam hubungan antara head dan kapasitas aliran adalah seperti pada gambar 2.5 Pada pompa ini bila tekanan yang diperlukan sistem berubah, maka kapasitas alirannya akan tetap. Kapasitas aliran tidak terpengaruh besarnya head.



Gambar 2. 2 Kurva Karakteristik Pompa Reseiprokating

Kapasitas aliran sebenarnya dari pompa ini lebih kecil daripada kapasitas aliran teoritis karena adanya rugi-rugi akibat kebocoran pada katup dan sil (batang penggerak dan torak). Pengaruh slip dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2. 3 Pengaruh Slip Pada Pompa Resiprokating

Pompa resiprokating menghasilkan denyutan/aliran yang tidak kontinu yang dapat menyebabkan kerusakan pada pompa bila sistemnya tidak dirancang dengan baik. Biasanya diperlukan peralatan tambahan seperti ketel angin, orifice, dan lain - lain.

Untuk pompa *recipocating* kerja tunggal berlaku beberapa persamaan seperti kapasitas teoritis, kapasitas sebenarnya, daya hidrolis, dan efisiensi mekanis.

Kapasitas teoritis (Q_t) merupakan banyaknya zat cair yang secara teoritis dapat dipindahkan di pindahkan dalam satu satuan waktu.

Untuk satu silinder kerja tunggal berlaku :

$$Q_t = LAN \quad (2.5)$$

Dimana :

Q_t = kapasitas teoritis

L = panjang langkah

A = luas penampang silinder

N = putaran poros

Kapasitas sebenarnya :

$$Q_a = \eta V \cdot Q_t \quad (2.6)$$

Dimana :

η = efisiensi volumetris

$\eta_V = 100\% - \text{slip}$,

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan pompa dalam satu langkah bolak-balik pompa reciprocating melakukan langkah isap dan langkah tekan.

Daya hidrolis pompa :

$$P_h = \gamma Q_a (H_s + H_d) \quad (2.7)$$

Dimana :

P_h = daya hidrolis

H_s = head isap

H_d = head tekan

Efisiensi mekanis pompa *reciprocating* :

$$\eta_m = \frac{P_h}{BHP} \quad (2.8)$$

Dimana :

BHP = *brake horse power*

2.3 Debit Aliran dan Persamaan Kontinuitas

Jumlah zat cair yang mengalir melalui tampang lintang aliran tiap satu satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q . Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu.

Dalam praktek, sering variasi kecepatan pada tampang lintang diabaikan, dan kecepatan aliran dianggap seragam di setiap titik pada tampang lintang yang besarnya sama dengan kecepatan V , sehingga debit aliran adalah:

$$Q = AV \quad (2.9)$$

Dimana:

Q = debit aliran

V = kecepatan aliran

A = luas penampang

Sedangkan persamaan kontinuitas menyatakan hubungan antara kecepatan fluida yang masuk pada suatu pipa terhadap kecepatan fluida yang keluar pada ujung lain pipa yang sama. Hubungan tersebut dinyatakan sbb:

$$A_1V_1 = A_2V_2 \quad (2.10)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran

A = luas penampang

2.4 Hukum Bernoulli dan *Pressure Drop*

Prinsip Bernoulli adalah sebuah istilah di dalam mekanika yang menyatakan bahwa pada suatu aliran fluida, peningkatan pada kecepatan fluida akan menimbulkan penurunan tekanan pada aliran tersebut. Prinsip ini sebenarnya merupakan penyederhanaan dari Persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama.

Dalam bentuknya yang sudah disederhanakan, secara umum terdapat dua bentuk persamaan Bernoulli; yang pertama berlaku untuk aliran tak-termampatkan (*incompressible flow*), dan yang lain adalah untuk fluida termampatkan (*compressible flow*).

Pada aliran tak-termampatkan adalah aliran fluida yang dicirikan dengan tidak berubahnya besaran kerapatan massa (densitas) dari fluida di sepanjang aliran tersebut. Bentuk Persamaan Bernoulli untuk aliran tak-termampatkan adalah sebagai berikut :

$$P + \rho gH + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan} \quad (2.11)$$

Dimana :

v = kecepatan fluida

g = percepatan gravitasi bumi

H = ketinggian relative terhadap suatu referensi

P = tekanan fluida

ρ = densitas fluida

Sedangkan *Pressure drop* merupakan sebuah terminologi yang digunakan untuk menerangkan tentang penurunan tekanan dari sebuah titik pada sebuah pipa ke titik lainnya di daerah hilir. *Pressure drop* juga merupakan total dari gaya gesek pada fluida selama fluida tersebut mengalir pada pipa. Gaya gesek tersebut ditimbulkan oleh sebuah tahanan aliran. Faktor utama yang mempengaruhi tahanan aliran pada fluida mengalir adalah kecepatan fluida melalui pipa dan kekentalan fluida. Konvergen, divergen, belokan, kekasaran permukaan, dan sifat fisik juga akan mempengaruhi *pressure drop*.

Fluida berkecepatan tinggi dan fluida yang mempunyai kekentalan tinggi akan menghasilkan *pressure drop* dengan nilai yang besar. Begitu pula sebaliknya fluida berkecepatan rendah dan fluida yang mempunyai kekentalan rendah akan menghasilkan *pressure drop* dengan nilai yang rendah.

Bentuk persamaan yang menjelaskan tentang *pressure drop* adalah sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{f \cdot L \cdot V^2 \cdot \rho}{2D} \quad (2.12)$$

Dimana :

ΔP : *pressure drop*

- f : koefisien
 L : panjang pipa (m)
 D : diameter pipa (m)
 V : kecepatan aliran fluida (m/s)
 P : massa jenis air

2.5 Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran laminar adalah aliran dimana struktur alirannya terdiri dari gerakan partikel-partikel fluida yang mengalir mengikuti lintasan terpisah yang tidak berpotongan satu sama lainnya, dengan sedikit atau tanpa pusaran. Ciri aliran laminar adalah kecepatan alirannya rendah, dimensi linear yang kecil dan viskositas yang besar.

Aliran turbulen adalah suatu aliran dimana partikel-partikel fluidanya mengalir tidak beraturan dan lintasannya saling berpotongan antara satu dengan yang lain. Ciri aliran turbulen adalah kecepatan aliran yang tinggi, dimensi linear yang besar dan viskositas fluida yang rendah.

Aliran laminar atau turbulen sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dari fluida yang mengalir, misalnya kecepatan aliran, densitas, viskositas dan diameter saluran. Untuk mengetahui apakah suatu aliran itu laminar atau turbulen dapat dilihat dari Bilangan *Reynold*-nya.

Bilangan *Reynold* (Re) merupakan suatu nilai yang dipakai untuk menunjukkan jenis aliran, yaitu aliran laminar atau turbulen. Untuk aliran didalam pipa, aliran bersifat laminar bila $Re < 2000$ dan aliran bersifat turbulen jika $Re > 2000$. Bilangan *Reynold* dipengaruhi oleh dimensi saluran, kecepatan aliran, rapat masa dan viskositas dari fluida yang mengalir. Secara matematis bilangan ini dapat di tulis :

$$Re = \frac{\rho_{fluida} Vd}{\mu} = \frac{\gamma Vd}{\mu g} = \frac{Vd}{\nu} \quad (2.13)$$

Dengan :

ρ = densitas

μ = viskositas dinamis

d = diameter dalam dari saluran

ν = viskositas kinematis

γ = berat jenis fluida

Berdasarkan bilangan *Reynold*-nya, aliran dapat dikelompokkan sebagai berikut :

$0 < Re < 1$ = gerak nerayap berlapis yang sangat kental.

$1 < Re < 102$ = berlapis, sangat tergantung pada bilangan *Reynold*

$102 < Re < 103$ = berlapis

$103 < Re < 104$ = transisi ke aliran turbulen

$104 < Re < 106$ = bergolak, agak tergantung pada bilangan *Reynold*

$Re > 106$ = bergolak

2.5 Sifat-Sifat Fluida

2.5.1 Kerapatan, Berat Jenis dan Gravitasi Jenis

Kerapatan (ρ) adalah ukuran konsentrasi massa zat cair dan dinyatakan dalam bentuk massa (m) persatuan volume (v).

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.14)$$

Dimana :

M = massa

V = volume

Kerapatan air (ρ_{air}) pada suhu 4°C dan pada tekanan atmosfer (P_{atm}) adalah 1000 kg/m^3 .

Berat jenis (γ) adalah berat benda persatuan volume pada temperatur dan tekanan tertentu, dan berat jenis suatu fluida adalah hasil kali antara kerapatan (ρ) dan percepatan gravitasi (g).

$$\gamma = \rho g \quad (2.15)$$

Dimana :

γ = berat jenis

ρ = kerapatan

g = percepatan gravitasi

Gravitasi Jenis (SG) didefinisikan sebagai perbandingan kerapatan fluida tersebut dengan kerapatan air pada sebuah temperatur tertentu. Gravitasi jenis dalam bentuk persamaan dinyatakan sebagai

$$SG = \frac{\rho_{\text{zat cair}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O @ } 4^{\circ}\text{C}}} \quad (2.16)$$

Karena gravitasi jenis adalah perbandingan kerapatan, nilai SG tidak tergantung pada sistem satuan yang digunakan.

2.5.2 Kekentalan (*viscosity*)

Kekentalan adalah sifat dari zat cair untuk melawan tegangan geser (τ) pada waktu bergerak atau mengalir. Kekentalan disebabkan adanya kohesi antara partikel zat cair sehingga menyebabkan adanya tegangan geser antara molekul -

molekul yang bergerak. Zat cair ideal tidak memiliki kekentalan. Kekentalan zat cair dapat dibedakan menjadi dua yaitu kekentalan dinamik (μ) atau kekentalan *absolute* dan kekentalan kinematis (ν).

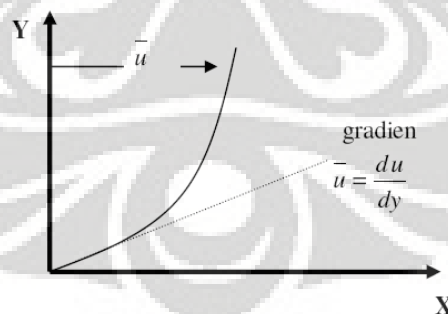
Dalam beberapa masalah mengenai gerak zat cair, kekentalan dinamik dihubungkan dengan kekentalan kinematik sebagai berikut :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.17)$$

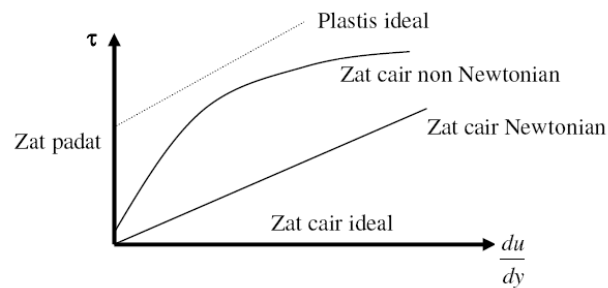
dengan ρ adalah kerapatan zat cair.

Kekentalan kinematik besarnya dipengaruhi oleh temperatur (T), pada temperatur yang tinggi kekentalan kinematik zat cair akan relatif kecil dan dapat diabaikan.

Zat cair Newtonian adalah zat cair yang memiliki tegangan geser (τ) sebanding dengan gradien kecepatan normal ($\frac{du}{dy}$) terhadap arah aliran. Gradien kecepatan adalah perbandingan antara perubahan kecepatan dan perubahan jarak tempuh aliran (Gambar 1). Hubungan tegangan geser dan gradien kecepatan normal dari beberapa bahan dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2. 4 Gradien Kecepatan



Gambar 2. 5 Hubungan Tegangan Geser Dengan Gradien Kecepatan

Bila fluida Newtonian dan aliran yang terjadi adalah laminar maka berlaku hubungan:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad \text{atau} \quad \tau = \rho \nu \frac{du}{dy} \quad (2.18)$$

dimana :

τ = tegangan geser

μ = kekentalan dinamis

ν = kekentalan kinematis

ρ = densitas fluida

$\frac{du}{dy}$ = gradien kecepatan

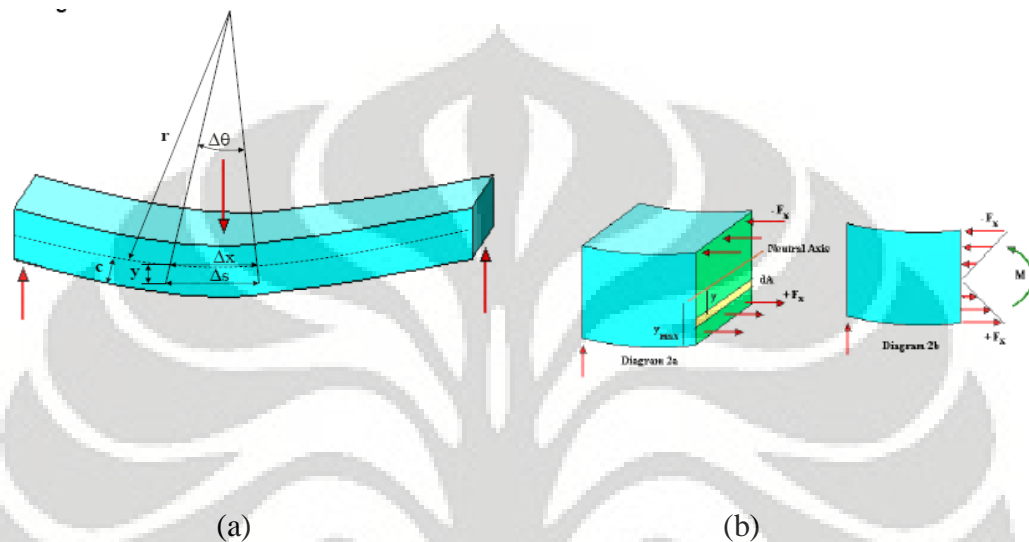
2.6 Bending Stress dan Strain

Bending sangat diperhitungkan dalam mendesain berbagai bentuk dan rancangan. Dalam aplikasinya pertimbangan yang diambil seringkali juga mempertimbangkan efek deformasi dari bending sebagai pertimbangan yang signifikan. Dalam pembahasan ini ada beberapa asumsi yang diterapkan yaitu:

- (a) Penampang melintang adalah simetris dalam bidang yang dibebani (terhadap sumbu y).
- (b) Material padat yang digunakan sebagai batang terbuat secara seragam dan memiliki elastisitas yang linier.

Material yang mengalami bending akan mengakibatkan bagian atasnya mengalami tekanan atau compression yang juga berakibat pada pemendekan. Sedangkan pada bagian bawahnya akan mengalami penarikan atau tensile yang mengakitkannya mengalami pemuluran.

Bending Stress pada Batang Lurus



Gambar 2. 6 Bending Pada Batang Lurus

(sumber: Slide pengajaran Mech Design DTM FT UI)

$$\epsilon = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta s - \Delta x}{\Delta x}$$

$$\Delta x = r\Delta\theta$$

$$\Delta s = (r + y)\Delta\theta$$

$$\epsilon = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{(r + y)\Delta\theta - r\Delta\theta}{r\Delta\theta} = \frac{y}{r}$$

$$\frac{\epsilon}{\epsilon_{\max}} = \frac{y/r}{c/r}$$

$$\epsilon = \frac{y}{c} \epsilon_{\max}$$

$$\sigma = \frac{y}{c} \sigma_{\max}$$

dengan menghitung momen maka dapat diperoleh besarnya stress maximum yaitu sebesar:

$$M = \int_A y dP = \int_A y \sigma dA = \frac{\sigma_{\max}}{c} \int_A y^2 dA$$

$$\therefore \sigma_{\max} = \frac{Mc}{I}$$

Sehingga stress pada setiap jarak y adalah: $\sigma = \frac{My}{I}$

2.7 Teori Api

Teori api sangat diperlukan untuk mengetahui tentang perilaku api. Dengan memahami teori api akan sangat membantu dalam usaha memadamkan api jika terjadi peristiwa kebakaran.

2.7.1 Nyala Api

1. Nyala premixed

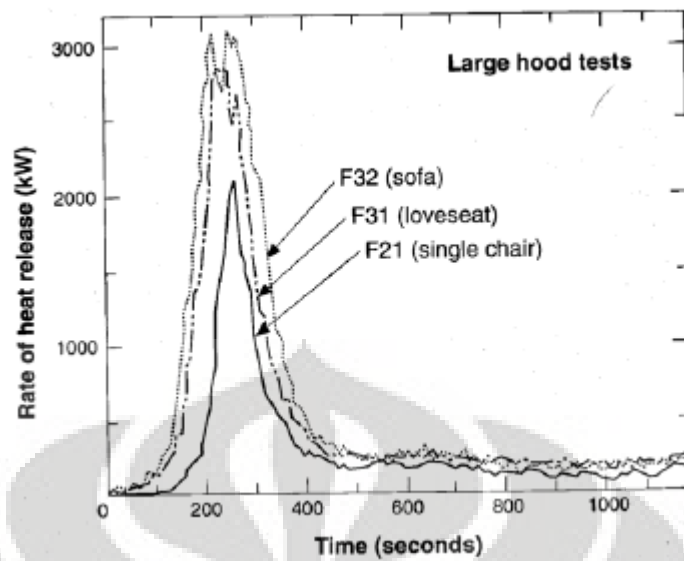
Nyala ini terjadi dengan keadaan bahan bakar dan udara di campur terlebih dahulu baru setelah itu diberikan percikan api untuk pemicu terjadinya pembakaran. Contoh : pembakaran pada motor pembakaran dalam.

2. Nyala non-premixed

Bahan bakar dan udara tercampur seketika terjadinya proses pembakaran. Contoh : pembakaran kayu.

2.7.2 Heat Release Rate

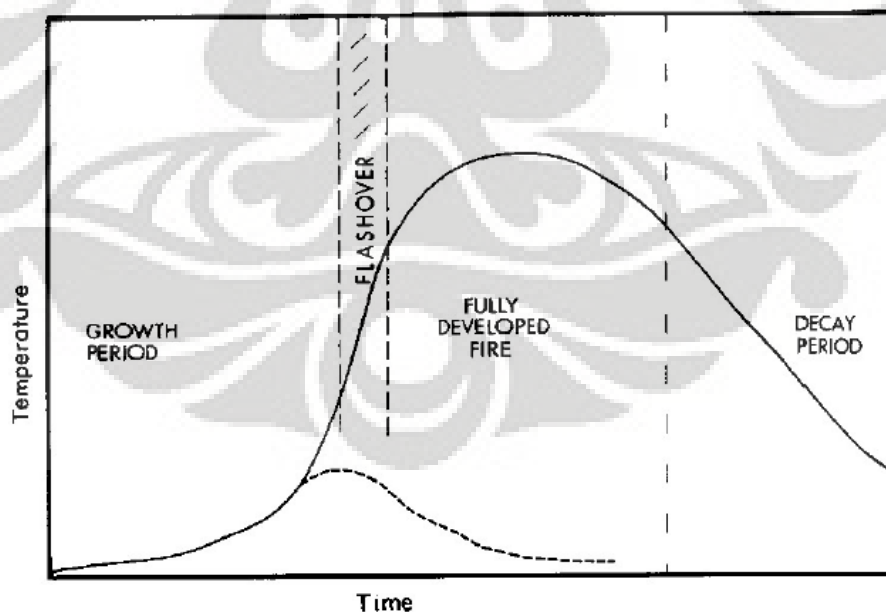
Heat release rate merupakan informasi yang penting yang harus diketahui dalam teknik keselamatan kebakaran. Heat release rate pada setiap material berbeda – beda pada setiap material.



Gambar 2. 7 Grafik Hubungan Antar Waktu dan HRR

2.8.3 Tahapan Perkembangan Api

Api dalam pertumbuhannya mengalami berbagai macam tahapan seperti yang dijelaskan pada grafik dibawah. Dimana disetiap tahapannya api mempunyai temperature yang berbeda – beda dan cenderung tidak stabil. Proses tahapan perkembangan api bisa dilihat lebih jelas pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Grafik Perkembangan Api

2.8 Water Mist

Penggunaan sistem kabut air (*water mist*) sebagai alat pemadam api makin berkembang pada saat sekarang ini, hal ini didasari sifatnya yang juga ramah lingkungan. Dengan meningkatnya penggunaan alat kabut air, perkembangan teknologi dalam memproduksi butiran yang relevan untuk berbagai kondisi bentukan api semakin ditingkatkan.

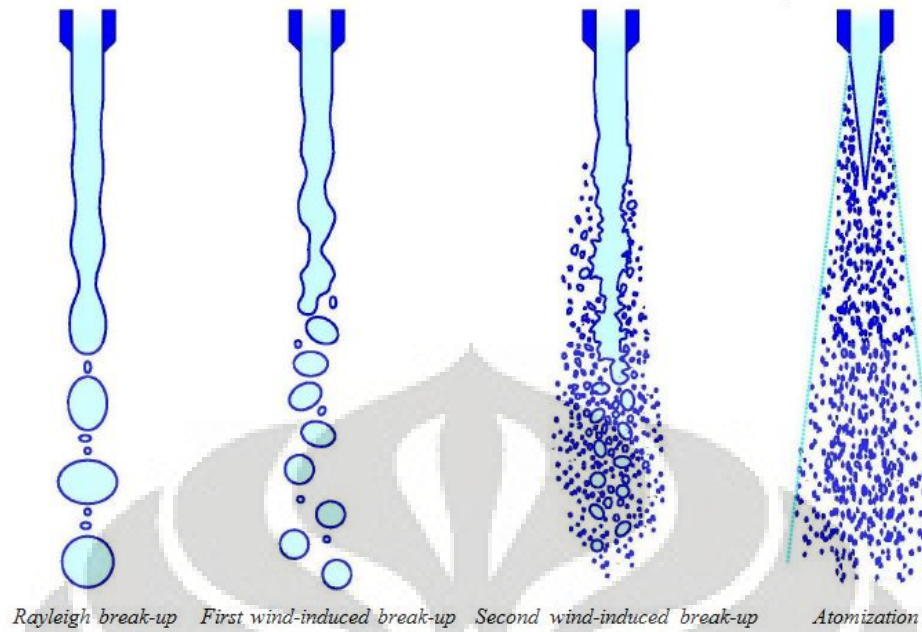
Secara umum ada tiga jenis cara pembentukan semprotan (*spray*) :

- Dengan menciptakan putaran pada semprotan tersebut.
- Dengan menabrakkan pancaran air (*water jet*) pada sebuah permukaan.
- Dengan mengarahkan pembentukan butiran (*droplet*) dari sebuah pancaran air yang turbulen melalui sebuah nosel.

Teknologi yang paling sering di terapkan pada sitem kabut air adalah dengan mengarahkan pembentukan butiran dari sebuah pancaran air yang turbulen. Pembentukan pancaran air ini akan tergantung kepada diameter nosel dan kecepatan air.

Ada empat cara untuk membentuk butiran dari sebuah pancaran air :

- Metode "*Rayleigh break-up*". Butiran akan terbentuk pada jarak yang jauh dari lubang nosel. Ukuran butiran yang terbentuk lebih besar daripada diameter nosel.
- Metode "*First wind-induced break-up*". Butiran akan terbentuk pada bagian hilir aliran yang keluar dari nosel. Ukuran butiran yang terbentuk sama dengan diameter nosel.
- Metode "*Second wind-induced break-up*". Butiran akan terbentuk pada bagian aliran yang tidak terlalu jauh dari lubang nosel. Ukuran butiran yang terbentuk akan lebih kecil dari diameter nosel.
- Metode "*Atomization*". Butiran akan terbentuk seketika melewati lubang nosel. Ukuran butiran yang terbentuk akan jauh lebih kecil dari diameter nosel.



Gambar 2. 9 Berbagai Metoda Pembentukan Butiran Air

Namun ada beberapa faktor yang sangat menentukan dalam pembentukan butiran yaitu *Reynold number* dan *Ohnesorge number*. *Ohnesorge number* merupakan perbandingan antara gaya viskos dan tegangan permukaan.

$$Oh = \frac{\mu}{\sqrt{\rho\sigma d}} \quad (2.18)$$

Dimana : Oh = bilangan *ohnesorge*

μ = viskositas dinamik

σ = tegangan permukaan

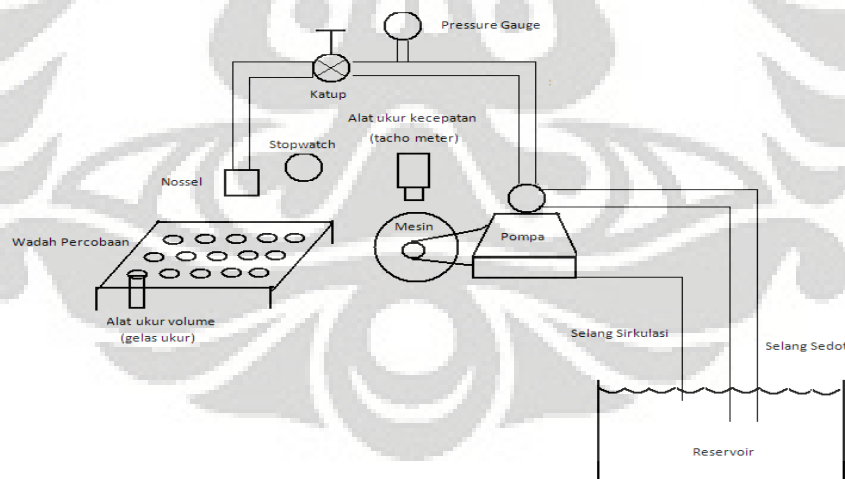


BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Skema Alat Uji

Dalam sebuah penelitian alat uji merupakan bagian yang sangat penting. Sukses tidaknya sebuah penelitian juga ditentukan hal ini. Semakin baik kualitas alat uji yang digunakan maka hasil pengambilan data yang diperoleh juga akan semakin baik. Biasanya untuk mempermudah pengambilan data dengan alat uji, digunakan skema yang disebut dengan skema alat uji. Skema alat uji merupakan gambaran yang menjelaskan prosedur pengambilan data. Adapun skema alat uji dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Air yang masuk dari pipa hisap akan mengalir menuju pompa, setelah itu air akan mengalir ke nosel untuk disemprotkan. Air yang keluar dari nosel nantinya diarahkan ke wadah penampung air yang telah disediakan. Wadah penampung air yang dipakai terbuat dari triplek yang telah diberi lubang. Pada wadah tersebut akan dimasukkan botol penampung air. Botol ini berfungsi untuk menampung air yang disemprotkan dari nosel. Air yang tertampung pada botol-botol tersebut kemudian diukur dengan gelas ukur untuk mengetahui volume masing-masing.



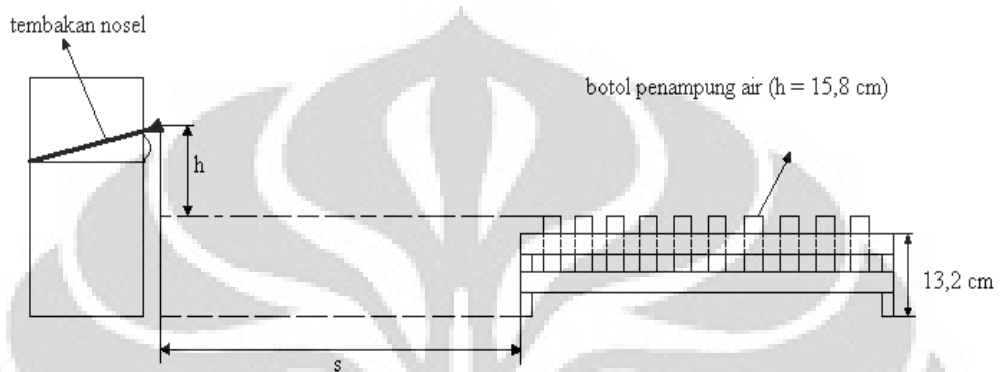
Gambar 3. 1 Skema Pengujian Perhitungan Jumlah Sebaran Air

Dalam pengambilan data pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini digunakan beberapa terminologi, yaitu :

h = ketinggian antara permukaan botol penampung dengan titik semburan nosel.

S = jarak antara titik semburan nosel dengan wadah penampung

Terminologi ini ditunjukkan pada gambar skematik 3.2



Gambar 3. 2 Skematik dan Terminologi Yang Digunakan

Gambar skematik di atas merupakan gambaran proses pengambilan data yang dilakukan dilapangan. Wadah penampung air yang telah didisain sedemikian rupa diletakkan pada posisi yang selalu sama dan tidak di ubah-ubah. Hal ini bertujuan untuk memudahkan proses pengambilan data. Wadah penampung yang digunakan terdiri dari 4 buah triplek yang berukuran 1 x 2 meter. Empat triplek ini disusun sedemikian rupa sehingga membentuk ukuran 2 x 2 meter. Selain itu, triplek tersebut disusun secara bertingkat. Sehingga tingginya menjadi 13,2 cm. Adapun tujuan penyusunan secara bertingkat dilakukan supaya peletakan botol penampung air lebih mudah untuk dilakukan. Botol penampung air yang digunakan memiliki tinggi 15,8 cm. Ketinggian botol tersebut dipilih supaya air yang jatuh ke wadah penampung air tidak bias masuk kedalam botol. Dengan demikian keakuratan data yang di dapatkan masih bias tercapai.. dalam pengujian tentang pola sebaran air ini, jarak nosel ke wadah selalu berubah-ubah tergantung jenis semburan yang ada. Tinggi nosel yang di pergunakan dalam pengujian diukur dari botol penampung air.

3.2 Peralatan Uji

Peralatan yang digunakan dalam pengujian pola sebaran air yang keluar dari nosel alat pemadam kebakaran mini ini terdiri dari gerobak pemadam kebakaran mini, mesin penggerak, pompa, triplek yang dilubangi dengan pola lubang yang didisain berbentuk bendera inggris, botol penampung air, gelas ukur, dan tachometer.

3.2.1 Gerobak Pemadam Kebakaran Mini

Gerobak pemadam kebakaran yang dipergunakan memiliki dimensi lebar 70 cm dan tinggi 122,82 cm. Gerobak ini dilengkapi dengan sebuah pompa, mesin penggerak, dan *reservoir* yang digunakan sebagai penampung air.



Gambar 3. 3 Gerobak Pemadam Kebakaran Mini

3.2.2 Pompa

Pompa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pompa plunyer. Pompa plunyer merupakan pompa yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi fluida. Adapun pompa plunyer yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Merk	:	Sanchin SCN-30
Pressure (kg/cm ³)	:	max 50
Operation (rpm)	:	3000-1000
Capacity (liter/mm)	:	max 30
Power (HP)	:	1,5-3 HP



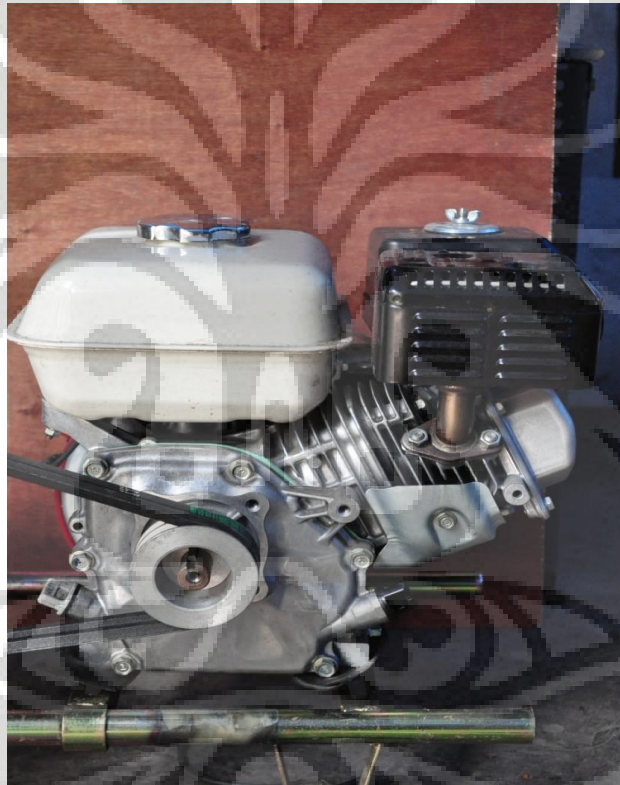
Gambar 3. 4 Pompa Plunyer

3.2.3 Mesin Penggerak

Untuk menggerakkan pompa tersebut digunakan sebuah mesin Honda. Penggunaan mesin honda sebagai penggerak pompa disesuaikan dengan kebutuhan

pompa yang dipergunakan. Adapun spesifikasi mesin penggerak yang dipergunakan sebagai berikut :

Merk	:	Mesin Honda GX 160
Isi silinder	:	163 cm ³
Output maksimum	:	5,5 HP
Kapasitas bahan bakar	:	3,6 liter
Kapasitas oli	:	0,6 liter

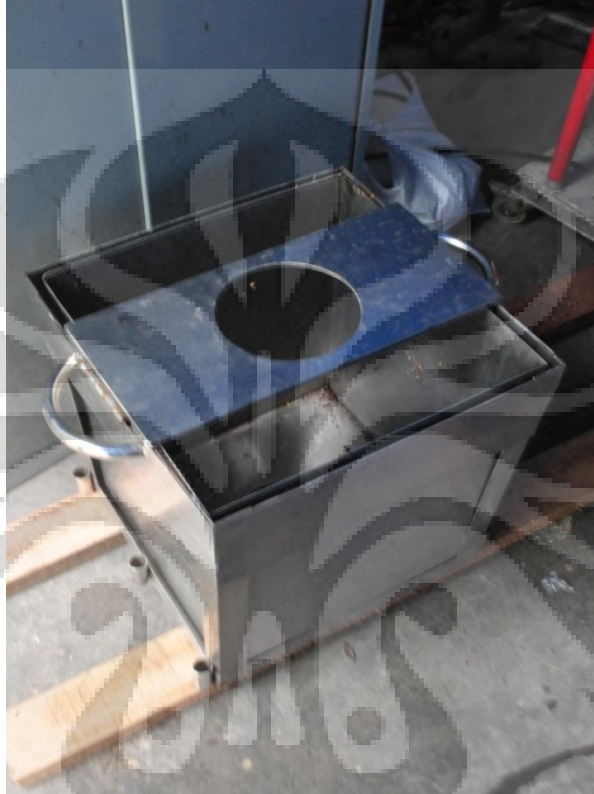


Gambar 3. 5 Mesin Penggerak

3.2.4 Reservoir

Reservoir air yang digunakan pada rancangan ini memiliki dimensi panjang 40 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 50 cm. Dengan dimensi seperti ini maka reservoir pemadam kebakaran mini ini mampu menampung air sebanyak 80 liter atau 4 buah galon air mineral yang banyak ditemui di tengah-tengah masyarakat. Pada bagian bawah reservoir terdapat lubang berbentuk lingkaran dengan diameter 14

cm dan tinggi 4 cm. Lubang ini didisain untuk menyesuaikan ke bentuk saringan air pada bagian hisap pompa. Selain itu dengan adanya lubang ini, penggunaan air pada reservoir dapat dimaksimalkan.



Gambar 3. 6 Reservoir

3.3 Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari gelas ukur, stopwatch, dan alat ukur kecepatan putar mesin.

3.3.1 Gelas Ukur

Gelas ukur merupakan alat yang digunakan untuk mengukur volume air yang tertampung pada botol penampung air. Adapun gelas ukur yang kami gunakan dalam pengujian data mempunyai ketelitian sampai 1 ml.



Gambar 3. 7 Gelas Ukur

3.3.2 *Tachometer* (Alat Pengukur Kecepatan Mesin)

Alat yang digunakan dalam mengukur kecepatan putaran mesin penggerak pompa adalah *tachometer*. Penggunaan tachometer dimaksudkan supaya putaran mesin pada setiap pengujian diketahui dan tidak terjadi perubahan kecepatan putara mesin tersebut.



Gambar 3. 8 Alat Pengukur Kecepatan Putaran Mesin

3.3.3 Botol Penampung Air

Botol penampung yang digunakan dalam pengujian ini terbuat dari botol aqua. Botol aqua dipilih untuk menghemat biaya penelitian tanpa harus mengurangi keakuratan data yang diuji. Botol penampung air pada prakteknya ditempatkan di lubang-lubang yang telah tersedia pada wadah penampung yang terbuat dari triplek. Adapun pola peletakannya menyerupai bentuk bendera inggris.



Gambar 3. 9 Botol Penampung Air

3.3.4 *Stopwatch*

Penggunaan stopwatch sangat diperlukan pada pengujian pola sebaran air alat pemadam api mini ini. Stopwatch digunakan untuk mencatat waktu yang dibutuhkan alat pemadam api mini untuk menghabiskan volume air dari reservoir dengan berbagai jenis semburan air.



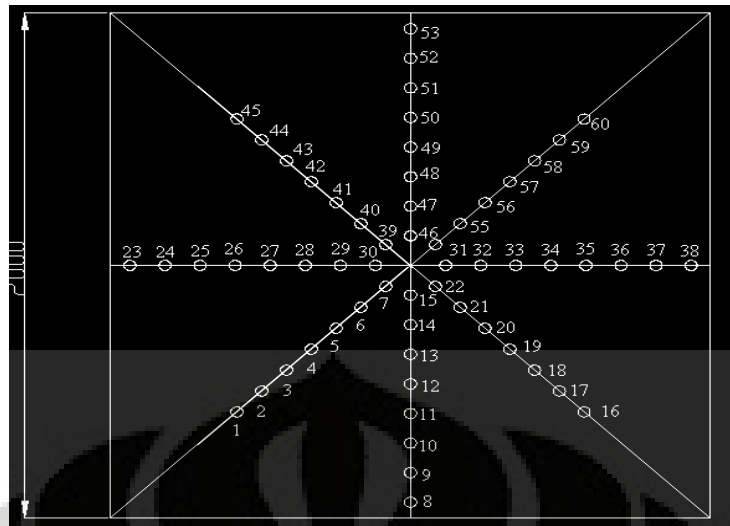
Gambar 3. 10 Stopwatch

3.4 Wadah Penampung Air

Wadah ini terbuat dari triplek dengan ukuran 2 m x 2 m yang di lapisi dengan cat *aqua proof*. Pemberian cat pada wadah ini bertujuan supaya air tidak masuk ke dalam pori-pori triplek dan merusak triplek tersebut. Triplek yang telah dibentuk sedemikian rupa dilubangi membentuk pola yang menyerupai bendera inggris. Pola seperti itu cukup efektif dipergunakan untuk mendapatkan pola penyebaran air yang disemburkan dari alat pemadam kebarakn mini. Adapun lubang yang dibuat sebanyak 60 buah dengan diameter lubang 5,5 cm. Pada saat pengambilan data berlangsung di setiap lubang tersebut diletakkan botol penampung air yang terbuat dari botol aqua.



Gambar 3. 11 Wadah Penampung Air



Gambar 3. 12 Terminologi Pada Wadah Penampung

Gambar 3.11 merupakan gambar wadah penampung yang digunakan selama pengujian. Wadah penampung dengan ukuran 2 x 2 m dengan pola lubang seperti di tunjukkan pada gambar tersebut, cukup mampu menunjukkan pola air yang disemburkan dari alat pemadam api mini.

Untuk mempermudah pengambilan data, pada wadah penampung air di buat terminologi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.12. Setiap lubang tempat botol penampung air diberi penomoran. Lubang-lubang ini mempunyai koordinat masing-masing. Dengan adanya koordinat pada setiap lubang maka pengolahan data dengan menggunakan Microsoft xl dapat dilakukan. Adapun koordinat setiap lubang tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Koordinat Botol Penampung

No	koordinat x	koordinat y
1	33,81	33,81
2	42,09	42,09
3	50,36	50,36
4	58,63	58,63
5	66,91	66,91
6	75,18	75,18
7	83,45	83,45
8	100	6,4
9	100	18,1
10	100	29,8
31	111,7	100
32	123,4	100
33	135,1	100
34	146,8	100
35	158,5	100
36	170,2	100
37	181,9	100
38	193,6	100
39	83,45	116,55
40	66,91	124,82

11	100	41,5	41	58,63	133,09
12	100	53,2	42	50,36	141,37
13	100	64,9	43	42,09	149,64
14	100	76,6	44	33,81	157,91
15	100	88,3	45	100	166,19
16	166,19	33,81	46	100	111,7
17	157,91	42,09	47	100	123,4
18	149,64	50,36	48	100	135,1
19	141,37	58,63	49	100	146,8
20	133,09	66,91	50	100	158,5
21	124,82	75,18	51	100	170,2
22	116,55	83,45	52	100	181,9
23	6,4	100	53	100	193,6
24	18,1	100	54	116,55	116,55
25	29,8	100	55	124,82	124,82
26	41,5	100	56	133,09	133,09
27	53,2	100	57	141,37	141,37
28	64,9	100	58	149,64	149,64
29	76,6	100	59	157,91	157,91
30	88,3	100	60	166,19	166,19

3.5 Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan sesuai dengan skema alat uji yang telah dijelaskan sebelumnya. Pengambilan data dilakukan di luar ruangan. Untuk mengurangi pengaruh angin yang dapat mempengaruhi data yang akan diambil maka disekeliling tempat pengambilan data dipasang terpal. Pemasangan terpal ini sangat membantu dalam proses pengambilan data. Adapun tujuan pengambilan data yang dilakukan oleh penulis bertujuan untuk mencari tahu pola sebaran air yang disemurkan oleh alat pemadam kebakaran mini dengan berbagai bukaan dan variasi sudut. Pengambilan data yang dilakukan dalam pengujian ini terdiri dari pengambilan data secara visual dan pengambilan data dengan memvariasikan sudut tembakan dan bukaan nosel.

3.5.1 Pengambilan Data Visual

Bagian pengamatan mejadi hal yang penting diperhatikan dalam pengambilan data visual. Pada bagian keluarnya air dari nosel digunakan sebuah busur dan dua buah penggaris untuk mengukur sudut air yang keluar dari nosel

dari bukaan terkecil hingga bukaan maksimal. Hal ini sangat berguna untuk mengetahui hubungan bukaan nosel dengan sebaran air yang dihasilkan.

3.5.2 Pengambilan Data Sebaran Air Horizontal

Pengambilan data sebaran air horizontal dilakukan dengan memvariasikan parameter bukaan dan sudut semburan air. Adapun parameter bukaan sebanyak 7 buah dengan variasi sudut sebanyak 2 buah, yaitu 0° dan 5° .

3.5.3 Pengambilan Data Sebaran Air Vertikal

Pengambilan data sebaran air vertikal dilakukan dengan memvariasikan parameter bukaan dan sudut tembakan air. Adapun parameter bukaan sebanyak 2 buah dengan variasi sudut sebanyak 3 buah. Variasi parameter tersebut ditunjukkan pada diagram di bawah ini

Adapun tahapan-tahapan dalam persiapan dan pengambilan data visual dan tekanan dari sebaran air yang keluar dari nosel adalah sebagai berikut :

- 1) Menyamakan ketinggian nosel pada setiap bukaan
- 2) Memastikan alat bekerja dengan stabil
- 3) Mengisi reservoir dengan air sebanyak 24 liter
- 4) Mengatur bukaan tembakan air
- 5) Mengatur jarak tembakan pada setiap bukaan
- 6) Menaruh botol aqua pada triplek yang telah di beri lubang
- 7) Mengambil foto tembakan air pada setiap bukaan.

BAB 4

RANCANGAN ALAT

4.1 Langkah Langkah Pengerjaan Desain

Dalam membuat sebuah desain produk, perlu dilakukan beberapa tahapan desain yang terdiri dari :

- (a) Mengetahui jenis kebutuhan (*recognition of need*).
- (b) Mendefenisikan persoalan (*definition of a problem*).
- (c) Mengumpulkan informasi (*gathering of information*).
- (d) Konseptualisasi (*conceptualization*).
- (e) Evaluasi (*evaluation*).
- (f) Mengkomunikasikan desain (*communication of the design*).

Mengetahui Jenis Kebutuhan

Kebutuhan dapat dinilai dari berbagai sudut pandang sesuai dengan individu yang membutuhkannya. Sebagai contoh kebutuhan produk dalam sebuah perusahaan dapat berdasarkan hasil pengembangan produk sebelumnya, ide dari pegawai perusahaan, atau berdasarkan masukan dari konsumen. Kebutuhan biasanya muncul dari ketidakpuasan terhadap kondisi pada saat ini.

Mendefenisikan persoalan

Pada umumnya tahapan yang memegang peranan penting dalam tahapan desain adalah mendefinisikan persoalan yang ingin diatasi. Persoalan yang sebenarnya tidak selalu apa yang terlihat pada saat pertama kali. Tahapan ini merupakan tahapan yang membutuhkan ketelitian untuk setiap bagian dari sebuah desain dan juga merupakan tahapan yang membutuhkan banyak waktu.

Mengumpulkan informasi

Saat persoalan utama yang ingin diatasi telah dipahami, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengumpulkan informasi yang dibutuhkan dalam pengerjaan

desain. Informasi dapat didapat dari berbagai sumber, dapat berupa literatur dan buku dari perpustakaan setempat, jurnal, dan katalog.

Konseptualisasi

Konseptualisasi merupakan langkah untuk menentukan elemen, mekanisme, proses, atau konfigurasi yang apabila dikombinasikan akan memberikan solusi atas kebutuhan sebuah desain. Konseptualisasi biasanya terdiri dari dua jenis metode yaitu analitis dan percobaan.

Aspek yang penting dalam tahapan ini adalah sintesis. Sintesis merupakan proses mengambil elemen yang telah di konsep sebelumnya dan disusun dalam urutan, ukuran, dan dimensi yang seharusnya.

Evaluasi

Evaluasi dilakukan setelah analisis dilakukan terhadap sebuah desain. Biasanya evaluasi terdiri dari perhitungan detail, perhitungan komputasional, dan metode analitis. Ada dua jenis metode pengecekan yang biasa dilakukan sebelum evaluasi yaitu pengecekan matematis dan pengecekan secara teknis.

Mengkomunikasikan desain

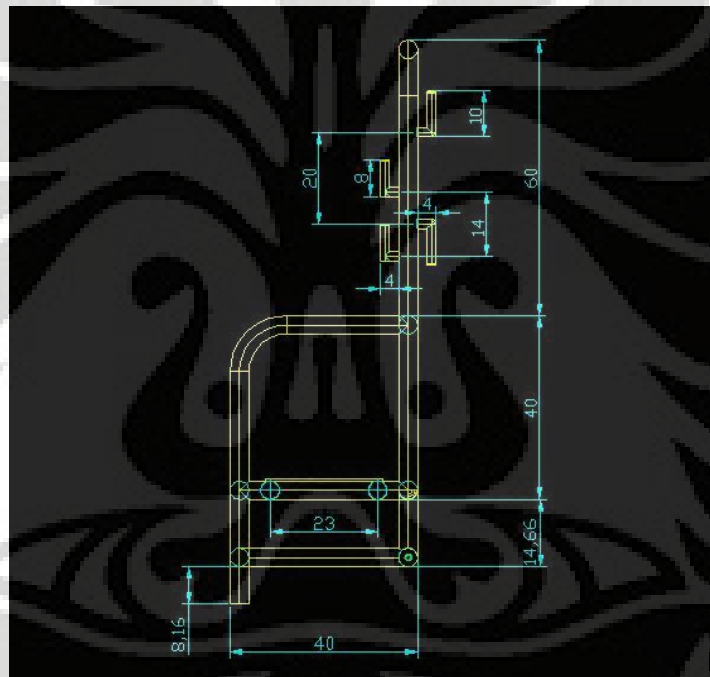
Suatu hal penting yang harus tetap diingat adalah tujuan dari desain adalah untuk memuaskan kebutuhan konsumen. Oleh sebab itu, maka desain akhir harus dikomunikasikan secara tepat.

4.2 Bentuk Dimensi Gerobak

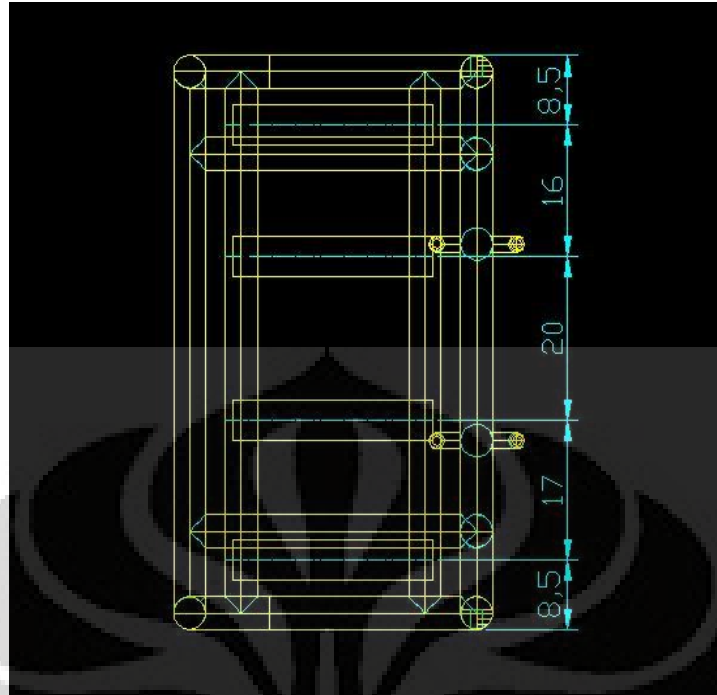
Dimensi gerobak yang didisain memiliki ukuran panjang 70 cm, lebar 40 cm dan tinggi 122,82 cm. bentuk dan ukuran ini dibuat dengan tujuan supaya gerobak hasil rancangan dapat memasuki daerah pemukiman padat penduduk dengan akses jalan yang sempit, tidak rata, dan berliku tajam. Selain itu, desain bentuk gerobak juga dimaksudkan supaya dalam penggunaannya bisa bermanuver dengan baik, ringan, bias dioperasikan oleh 2 orang dewasa dan mudah dalam penyimpanan ketika alat tidak dipakai.

4.2.1 Rangka Gerobak

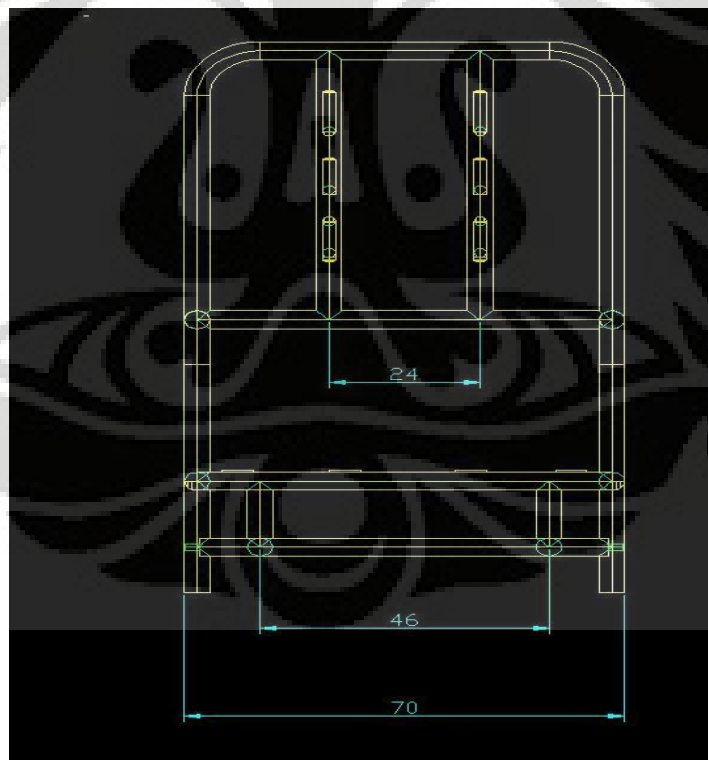
Rangka gerobak terbuat dari stainless steel dengan tujuan supaya gerobak tahan terhadap pembebanan dan korosi. Rangka gerobak dirancang sedemikian rupa sehingga reservoir bisa diletakkan di lengan gerobak ketika alat ini tidak dipakai, selang bisa disimpan pada lengan gerobak, dan pompa serta mesin penggerak bisa ditempatkan pada gerobak. Selain itu desain seperti ini dimaksudkan supaya memberika kemudahan dalam penggunaan, tidak membutuhkan tempat yang cukup luas untuk menyimpan, dan tidak melupakan seni artistik alat itu sendiri. Di bawah ini merupakan gambar desain rangka gerobak tersebut.



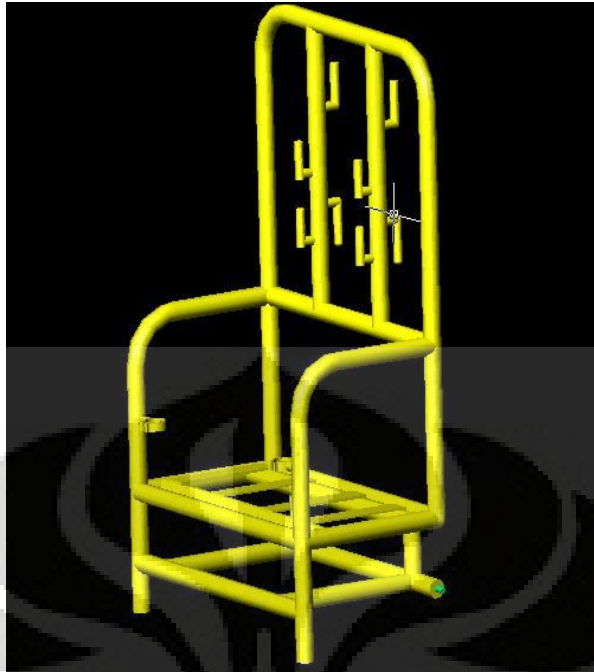
Gambar 4. 1 Dimensi Desain Gerobak Tampak Samping



Gambar 4. 2 Dimensi Desain Gerobak Tampak Atas



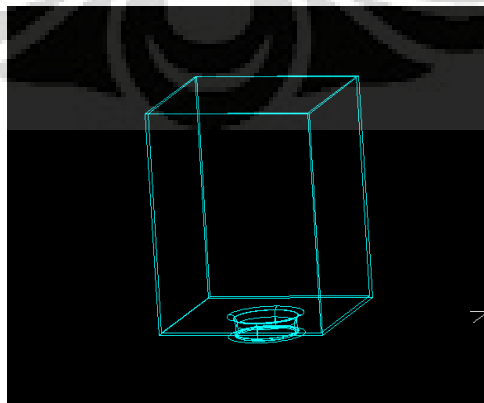
Gambar 4. 3 Dimensi Desain Gerobak Tampak Depan



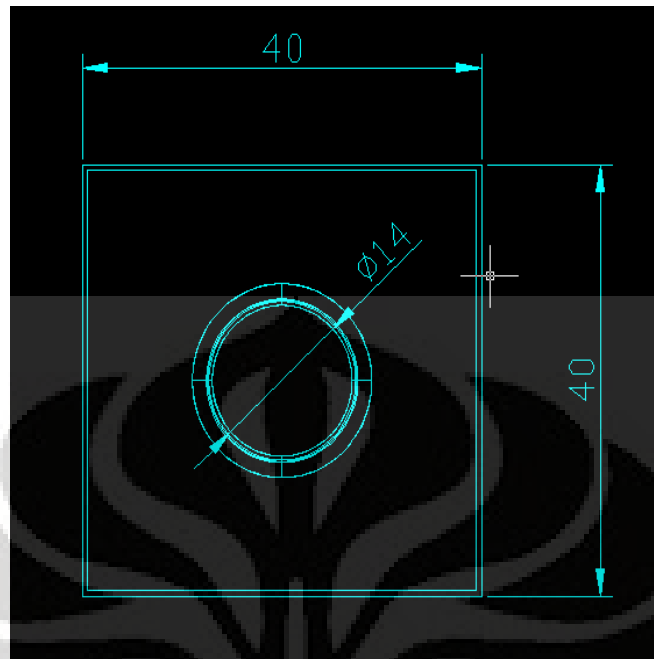
Gambar 4. 4 Desain Rangka Gerobak

4.2.2 Reservoir

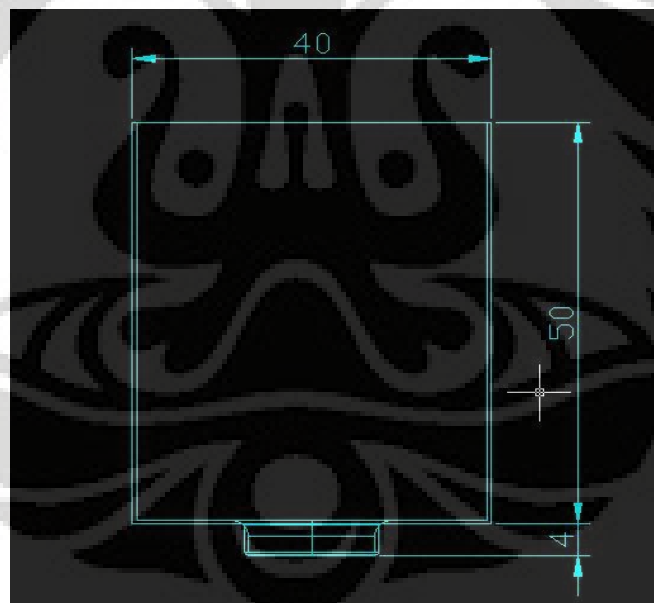
Reservoir air yang digunakan pada rancangan ini memiliki dimensi panjang 40 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 50 cm. Dengan ukuran seperti ini, reservoir dapat menampung air sebanyak 80 liter atau 4 buah galon air minim aqua. Pada bagian bawah reservoir terdapat lubang berbentuk lingkaran dengan diameter 14 cm dan tinggi 4 cm. Lubang ini didisain untuk menyesuaikan ke bentuk saringan air pada bagian hisap pompa. Selain itu dengan adanya lubang ini, penggunaan air pada reservoir dapat dimaksimalkan.



Gambar 4. 5 Desain Reservoir



Gambar 4. 6 Reservoir Tampak Atas

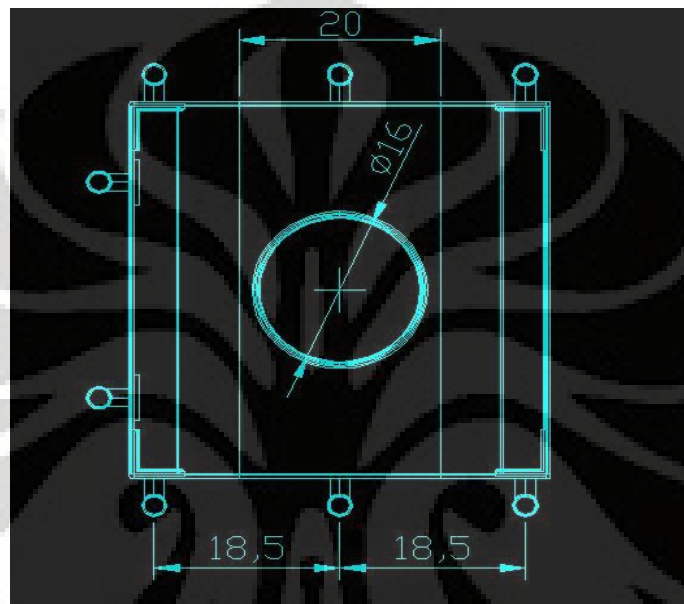


Gambar 4. 7 Reservoir Tampak Samping

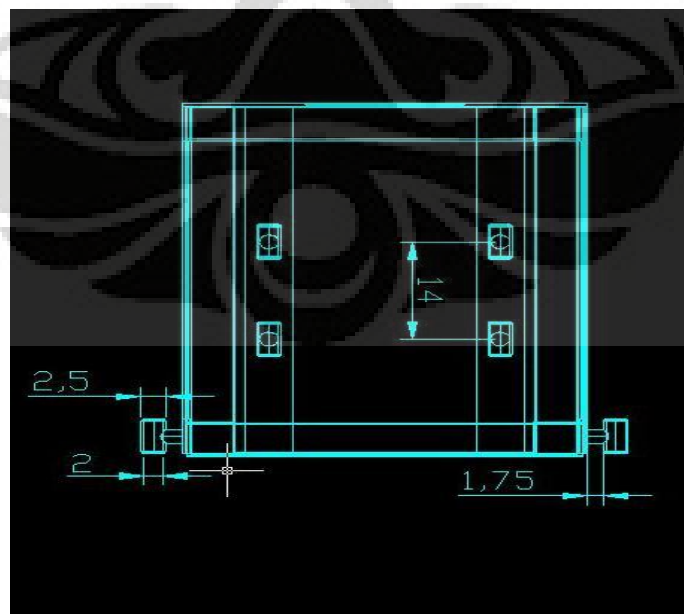
4.2.3 Rangka Reservoir

Rangka reservoir di rancang dengan ukuran panjang 42 cm, lebar 42 cm, dan tinggi 50,5 cm. Pada bagian bawah rangka reservoir terdapat lubang dengan

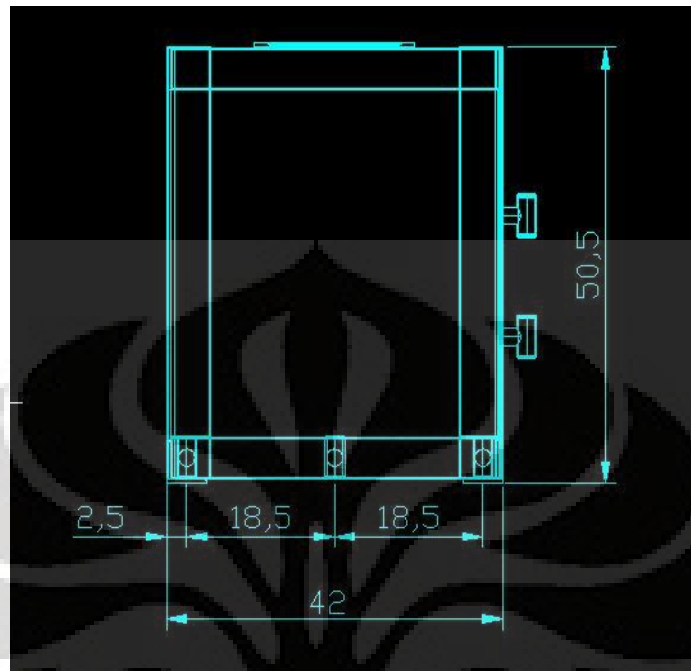
diameter 3 cm sebanyak 6 buah, dengan rincian 3 di sebelah kanan dan 3 disebelah kiri. Lubang ini berguna untuk meletakkan reservoir pada saat alat pemadam kebakaran digunakan. Pada salah satu sisinya terdapa 4 lubang dengan diameter yang sama dengan lubang sebelumnya, dengan rincian 2 lubang terdapat pada bagian atas dan 2 buah lagi pada bagian bawah. Keempat lubang ini berguna sebagai tempat meletakkan reservoir pada saat alat tidak dipakai.



Gambar 4. 8 Desain Reservoir Tampak Atas



Gambar 4. 9 Desain Rangka Tampak Depan



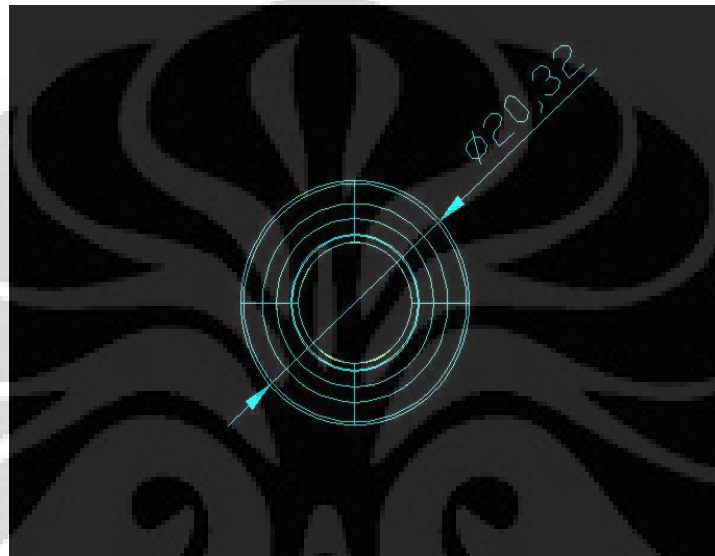
Gambar 4. 10 Desain Rangka Reservoir Tampak Samping



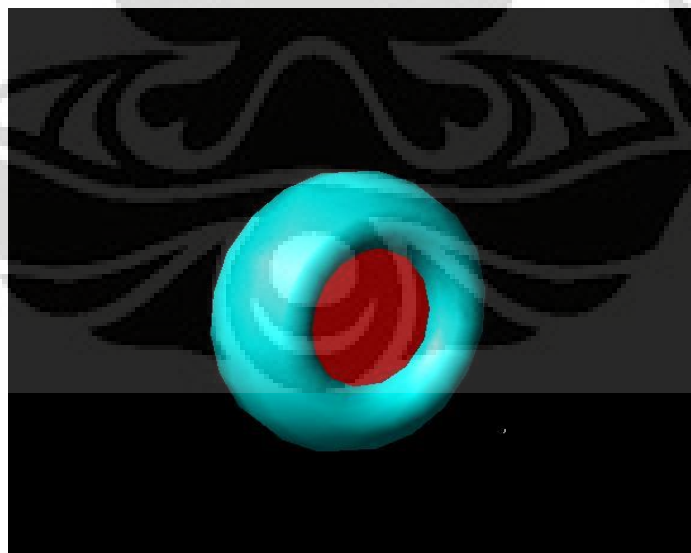
Gambar 4. 11 Rangka Reservoir

4.2.4 Roda

Roda yang digunakan untuk gerobak pemadam kebakaran yang didisain penulis sebelumnya mempunyai diameter 20,32 cm. Ukuran ini dipilih dengan pertimbangan struktur jalan yang ada di pemukiman padat penduduk yang memiliki banyak gundukan atau polisi tidur. Selain itu pemilihan roda dengan diameter tersebut juga mempertimbangkan kecocokan dengan gerobak.



Gambar 4. 12 Dimensi Roda



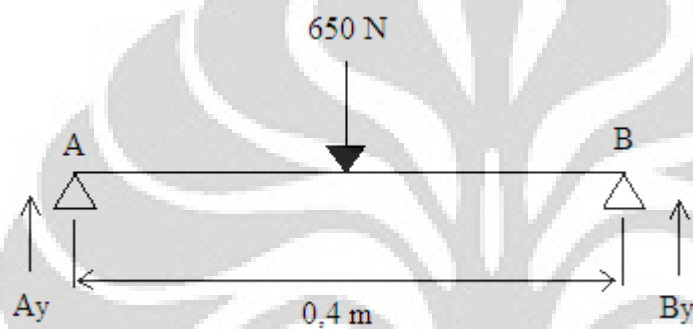
Gambar 4. 13 Roda

4.3 Perhitungan Beban Pada Poros

Perhitungan beban pada poros gerobak dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembebanan yang terjadi pada gerobak dengan beberapa kondisi. Perhitungan beban poros juga bertujuan untuk mengetahui ketahanan dari poros itu sendiri.

4.3.1 Kondisi Gerobak Disimpan

Gaya yang terdapat pada AB



$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A_y + B_y - 650N = 0$$

$$B_y + C_y = 650N$$

$$A_y(0,4) - 650(0,2) = 0$$

$$B_y = \frac{130}{0,4}$$

$$B_y = 325N$$

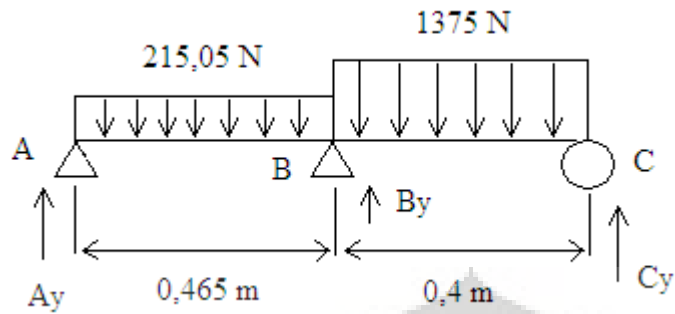
$$C_y = 325$$

Maka untuk beban pada satu kaki :

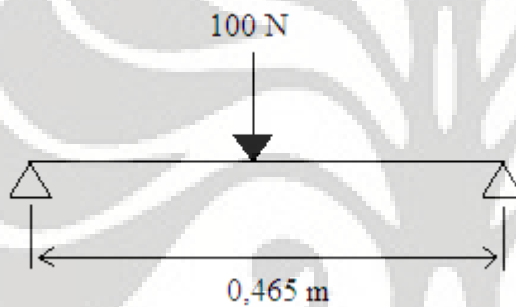
1. Kaki depan (A_y) = $A_y/2 = 325/2 = 162,5 N$

2. Kaki belakang (B_y) = $B_y/2 = 325/2 = 162,5 N$

4.3.2 Kondisi Gerobak Dipergunakan Dengan Reservoir Kosong



Gaya yang terdapat pada AB



$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A_y(0,465) - 100(0,35) = 0$$

$$A_y(0,465) = 23,25$$

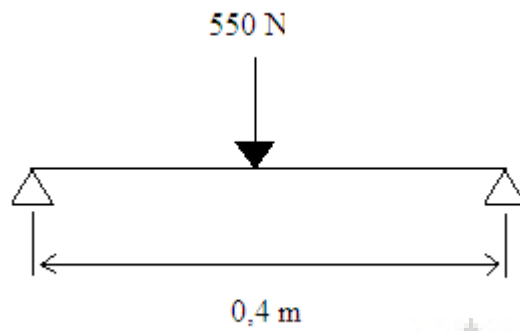
$$A_y = \frac{23,25}{0,465}$$

$$A_y = 50N$$

$$A_y + C_y = 100$$

$$B_y = 50N$$

Gaya yang terdapat pada BC



$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_b = 0$$

$$B_y + C_y - 550N = 0$$

$$B_y + C_y = 550$$

$$B_y(0,4) - 550(0,2) = 0$$

$$B_y = \frac{110}{0,4}$$

$$B_y = 275N$$

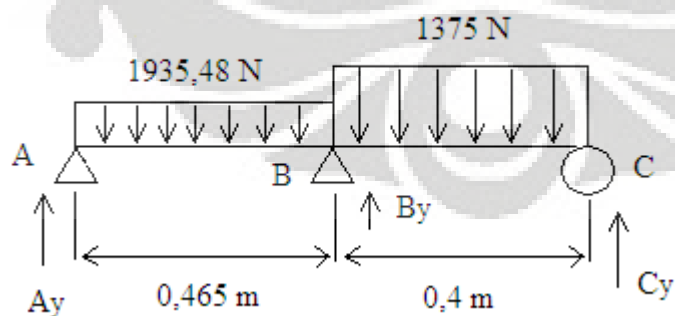
$$C_y = 32$$

Maka untuk beban pada satu kaki :

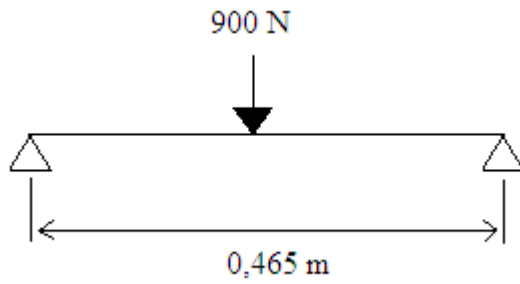
3. Kaki depan (A_y) = $A_y/2 = 50/2 = 35$ N

4. Kaki belakang (B_y) = $B_y/2 = 275/2 = 137,5$

4.3.3 Kondisi Gerobak Dipergunakan Dengan Reservoir Berisi



Gaya yang terdapat pada AB



$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum Mb = 0$$

$$A_y + B_y - 900N = 0$$

$$B_y + C_y = 900N$$

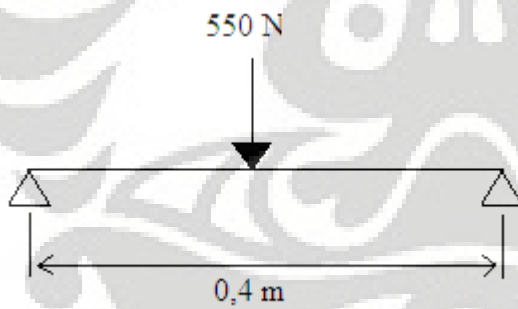
$$A_y(0,465) - 900(0,2325) = 0$$

$$B_y = \frac{290,25}{0,465}$$

$$B_y = 450N$$

$$C_y = 450$$

Gaya yang terdapat pada BC



$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A_y + B_y - 550N = 0$$

$$B_y + C_y = 550N$$

$$A_y(0,4) - 550(0,2) = 0$$

$$B_y = \frac{110}{0,4}$$

$$B_y = 275N$$

$$C_y = 725$$

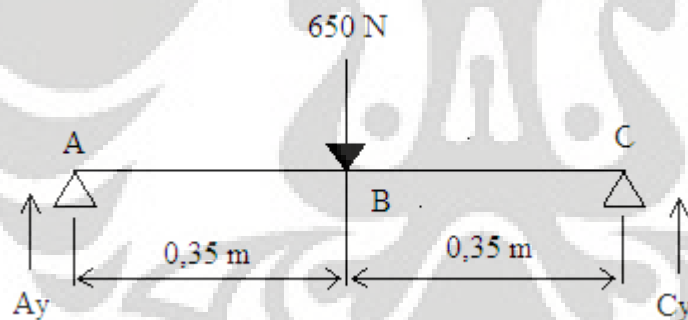
Maka untuk beban pada satu kaki :

1. Kaki depan (A_y) = $A_y/2 = 450/2 = 225 N$

2. Kaki belakang (B_y) = $B_y/2 = 275/2 = 137 N$

4.3.4 Kondisi Gerobak Berjalan

Gaya yang terdapat pada AB



$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum M_c = 0$$

$$A_y(0,7) - 650(0,35) = 0$$

$$A_y(0,7) = 227,5$$

$$A_y = \frac{227,5}{0,7}$$

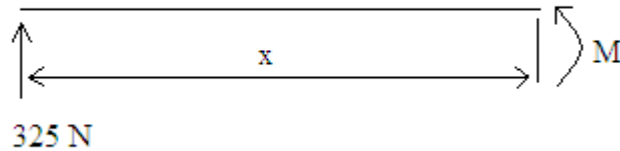
$$A_y = 325N$$

$$A_y + C_y = 650$$

$$C_y = 650 - 325$$

$$C_y = 325N$$

Momen pada bagian tengah porsos



$$AB(0 \leq X \leq 0,35)$$

$$325X - Mx = 0$$

$$x = 0$$

$$MA = P$$

$$x = 0,35$$

$$MB = 113,75\text{ N}$$

Bending stress

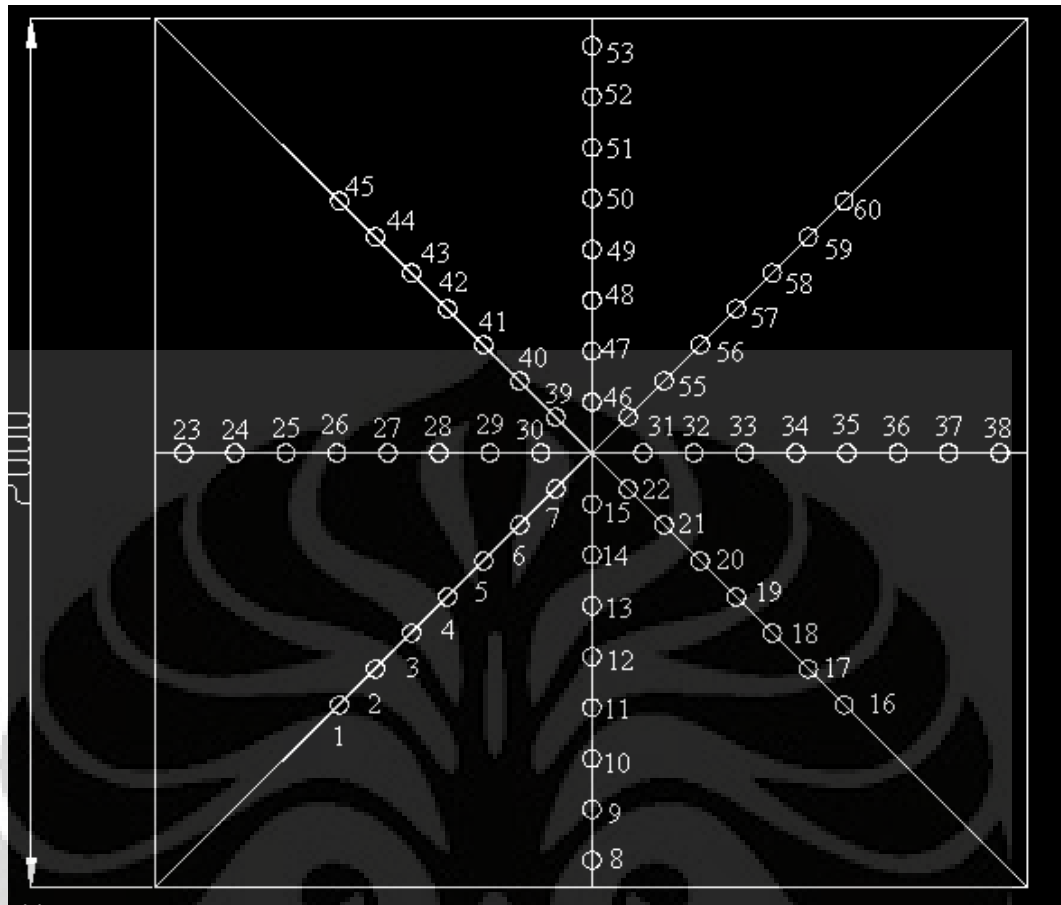
$$\sigma_{\max} = \frac{MC}{I}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{650 \cdot 0,02}{\frac{3,14(0,02)^4}{2}}$$

$$\sigma_{\max} = 51.751.592,36\text{ Mpa}$$

4.4 Dimensi Wadah Penampung Air

Untuk mendapatkan pola sebaran air yang keluar dari nosel dengan berbagai variasi bukaan dan sudut tembakan, pada penelitian ini di rancang wadah yang terbuat triplek yang berbentuk persegi dengan ukuran 2 m x 2 m. Ukuran ini di ambil setelah dalam pengujian yang dilakukan sebelumnya diperoleh gambaran ternyata area sebaran air yang keluar dari nosel cukup luas. Namun demikian, ukuran wadah 2 m x 2 m tersebut telah cukup untuk mendapatkan pola sebaran yang ada. Pada triplek berbentuk persegi tersebut di beri lubang sebanyak 60 buah dengan diameter 5,5 cm. pada lubang tersebut akan diletakkan botol aqua yang telah dipotong. Adapun pola lubang yang dirancang pada wadah tersebut menyerupai pola bendera Negara inggris. Pola seperti ini dibuat supaya distribusi sebaran air yang jatuh ke wadah tersebut dapat diukur.



Gambar 4. 14 Wadah Penampung

4.5 Petunjuk Pemakaian Alat

Dalam mengoperasikan alat pemadam kebakaran mini ini ada beberapa langkah yang harus dilakukan :

- a. Bukalah dudukan reservoir dari pengaitnya, kemudian letakkan kedua dudukan tersebut hingga bersentuhan dengan permukaan tanah. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Pengait Reservoir



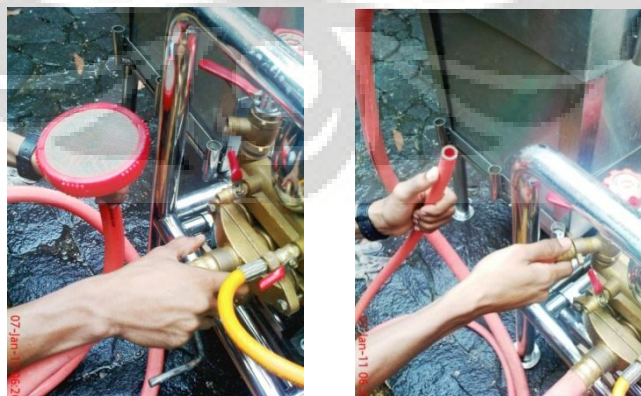
Gambar 4. 16 Pengait Reservoir Telah Didudukan

- b. Turunkan reservoir dari lengan alat pemadam api mini, kemudian cocokkan antara besi penyangga dengan lubang yang ada di reservoir, sehingga reservoir tersebut terletak di atas kaki yang diturunkan sebelumnya (gambar 4.15). pada posisi seperti gambar 4.16 reservoir tersebut telah dapat di isi dengan air.



Gambar 4. 17 Menurunkan Reservoir dan Memasangny Pada Dudukan

- c. Pasang selang hisap dan selang sirkulasi pada posisi nya.



Gambar 4. 18 Pemasangan Selang Hisap dan Selang Sirkulasi

- d. Bukalah gulungan selang nosel dan periksa bahwa katup semburan telah terbuka sehingga berada pada kondisi siap untuk digunakan.



Gambar 4. 19 Membuka Gulungan Nosel dan Pemeriksaan Katup

- e. Periksa bahan bakar terlebih dahulu sebelum mesin dihidupkan.



Gambar 4. 20 Pemeriksaan Bahan Bakar

- f. Jika bahan bakar dalam keadaan tersedia, tempatkan tuas penyalan pada kondisi ON.



Gambar 4. 21 Tuas Penyalan Mesin

- g. Tarik gagang penyalaaan, dan alat pemadam kebakaran mini dapat dipergunakan.



Gambar 4. 22 Gagang Penyalaaan Mesin

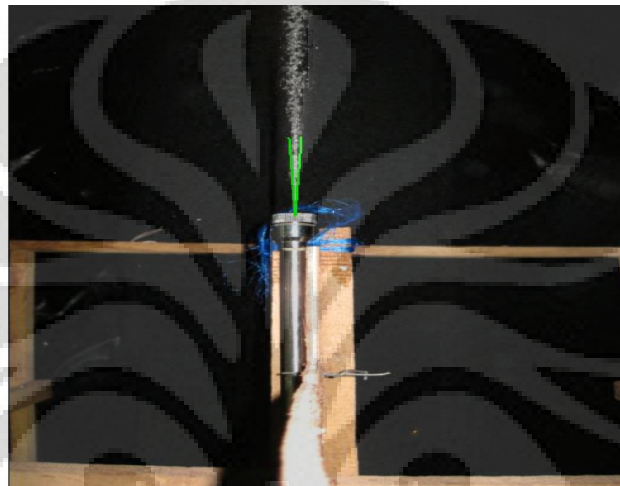


BAB 5

HASIL DAN ANALISA

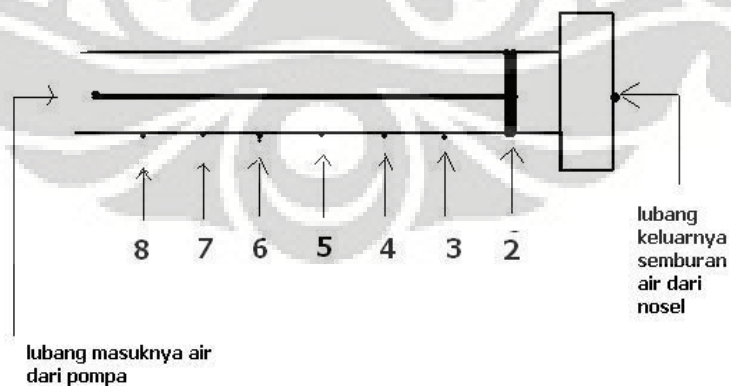
5.1 Pendekatan Nosel Yang Digunakan Pada Alat Pemadam Api Mini

Adapun nosel yang digunakan pada pemadam api mini ini seperti yang di perlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. 1 Nosel Pemadam Api

pendekatan bukaan nosel alat pemadam api mini



Gambar 5. 2 Pendekatan Bukaan Nosel

Pola sebaran air yang terdapat pada alat pemadam api mini sangat ditentukan oleh nosel yang digunakan. Untuk pemadam api mini ini sendiri nosel

yang digunakan dapat menyemburkan air dengan jarak dekat dan jarak jauh. Jarak semburan air yang keluar dari nosel dapat diatur dengan bukaan yang ada pada nosel. Pendekatan bukaan ini dapat dilihat pada gambar 5.2. Cara kerja bukaan nosel sama seperti sekrup. Pada gambar 5.1 pegangan yang berwarna kuning merupakan alat yang digunakan mengatur bukaan nosel. Jika pegangan tersebut di putar searah jarum jam maka plat yang berada di dalam batang nosel akan bergerak maju mendekati lubang keluar air nosel dan sebaliknya jika diputar berlawanan arah jarum jam maka plat tersebut akan bergerak mundur menjauh dari lubang tersebut.

Pada pengujian yang dilakukan bukaan yang terdapat pada nosel terdapat sebanyak 8 buah. Namun, pada bukaan 1 air belum keluar dari nosel. Jadi, pengujian baru dilakukan pada bukaan 2 sampai bukaan 8. Maka pendekatan yang dilakukan adalah jumlah total ke 8 buah bukaan tersebut = 100%. Maka untuk bukaan ke-2 sama dengan $\frac{2}{8} \times 100\% = 25\%$, bukaan ke-3 sama dengan $\frac{3}{8} \times 100\% = 37,5\%$, bukaan ke 4 sama dengan $\frac{4}{8} \times 100 = 50\%$, bukaan 5 sama dengan $\frac{5}{8} \times 100\% = 62,5\%$, bukaan 6 sama dengan $\frac{6}{8} \times 100\% = 75\%$, bukaan 7 sama dengan $\frac{7}{8} \times 100\% = 87,5\%$, dan bukaan 8 sama dengan bukaan 100%.

5.2 Hasil Pengambilan Data Umum

Pengambilan data yang dilakukan dalam pengujian ini terdiri dari semburan air dengan nosel yang mendatar dan semburan air dengan nosel membentuk sudut 5^0 . Pada semburan mendatar data yang diambil terdiri bukaan 25%, 37,5%, 50%, 62,5%, 75%, 87,5%, dan 100% dengan tiga buah variasi jarak pengambilan data untuk setiap jenis semburan. Ketiga variasi tersebut terdiri dari semburan dekat, tengah dan jauh. Sedangkan pada semburan 5^0 pengambilan data hanya dilakukan pada bukaan 2,3, 4, dan 6. Hal ini disebabkan keterbatasan tempat pengujian, karena pada semburan dengan sudut 5^0 jarak semburan air semakin jauh.

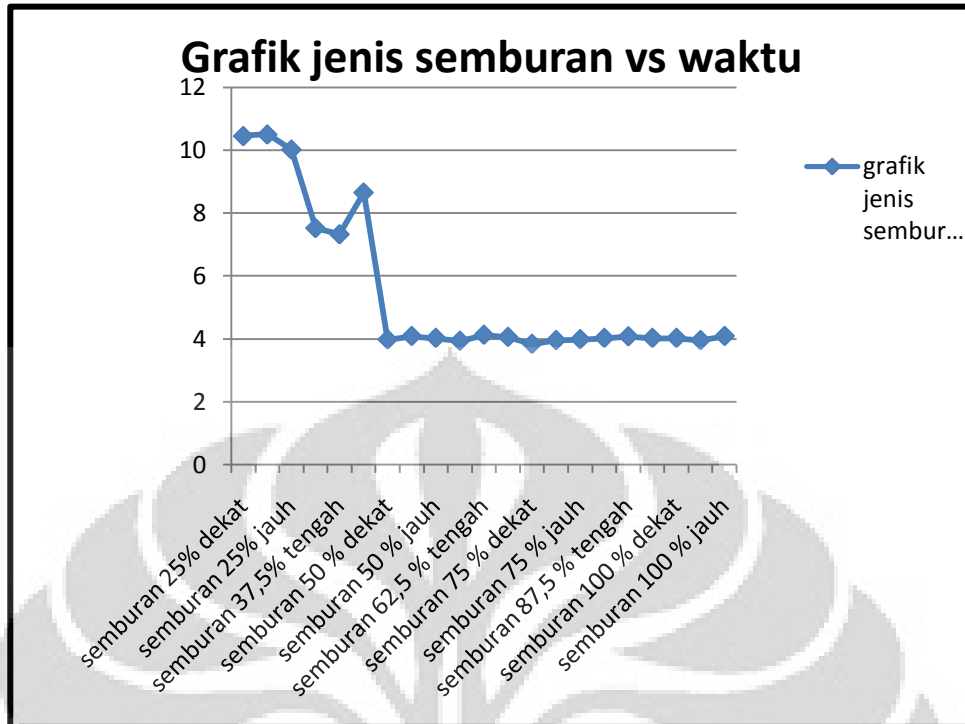
5.2.1 Untuk Jenis Semburan Pada Sudut $\Theta = 0^0$.

Pengujian untuk jenis semburan mendatar ($\theta = 0^0$) dilakukan untuk setiap jenis semburan yang ada. Pada pengujian ini volume air yang dipergunakan sama untuk

setiap jenis semburan yaitu 24 liter. Demikian juga halnya dengan ketinggian nosel dari permukaan botol penampung, yaitu setinggi 42,2 cm.

Tabel 5. 1 Data Waktu, Jarak, Dan Volume Pada Setiap Jenis Semburan Untuk Sudut 0°

Jenis Semburan	Waktu (menit)	Jarak (cm)	Tinggi(cm)	Volume (L)
semburan 25% dekat	10.45	54.5	42.2	24
semburan 25% tengah	10.5	67.3	42.2	24
semburan 25% jauh	10.02	80.1	42.2	24
semburan 37,5% dekat	7.52	96.2	42.2	24
semburan 37,5% tengah	7.32	147.3	42.2	24
semburan 37,5% jauh	8.65	198.2	42.2	24
semburan 50 % dekat	3.97	320.4	42.2	24
semburan 50 % tengah	4.08	356.05	42.2	24
semburan 50 % jauh	4.02	392.5	42.2	24
semburan 62,5 % dekat	3.93	406.2	42.2	24
semburan 62,5 % tengah	4.12	440.95	42.2	24
semburan 62,5 % jauh	4.05	475.7	42.2	24
semburan 75 % dekat	3.83	477.7	42.2	24
semburan 75 % tengah	3.95	495.05	42.2	24
semburan 75 % jauh	3.98	512.4	42.2	24
semburan 87,5 % dekat	4.02	500.85	42.2	24
semburan 87,5 % tengah	4.07	511.85	42.2	24
semburan 87,5 % jauh	4.02	522.85	42.2	24
semburan 100 % dekat	4.02	508.05	42.2	24
semburan 100 % tengah	3.95	523.05	42.2	24
semburan 100 % jauh	4.08	538.05	42.2	24



Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Jenis Semburan Dengan Waktu Pada Sudut 0°

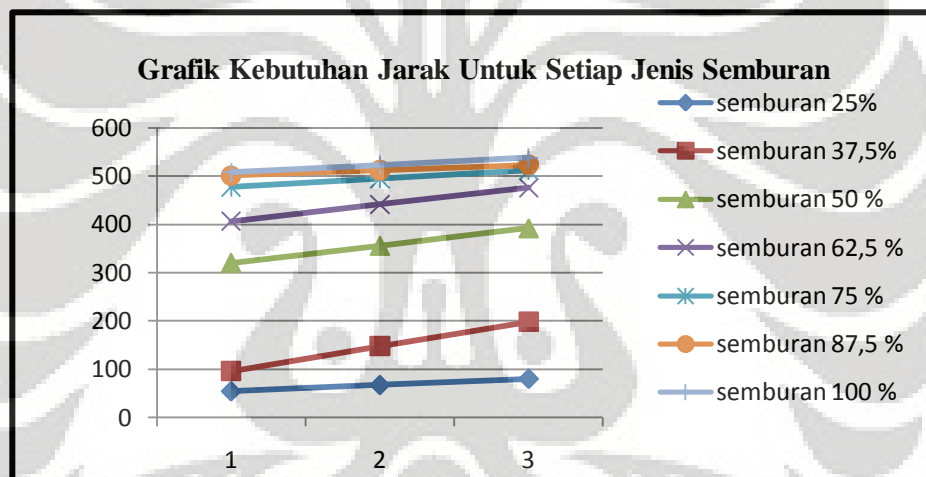
Gambar grafik 5.3 menunjukkan hubungan antara jenis semburan air dengan waktu. Pada semburan 25 %, dimana semburan air yang terbentuk berupa *spray* waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan volume air sebanyak 24 liter \pm 10 menit, sedangkan untuk jenis semburan 37,5 % lamanya waktu yang dibutuhkan semakin berkurang yaitu \pm 7 menit. Untuk semburan air jarak jauh waktu tersebut akan semakin berkurang. Semburan air jarak jauh dimulai dari bukaan ke- 4 pada nosel dan di akhiri pada bukaan ke-8. Factor yang menyebabkan semakin berkurangnya waktu tersebut di sebabkan perbedaan kecepatan semburan air yang keluar dari nosel. Semakin besar bukaan nosel maka kecepatan air yang keluar semakin besar juga. Hal ini terjadi karena karakteristik nosel yang dipergunakan. Pada pengujian yang dilakukan, nosel yang dipergunakan mampu menyemburkan air dengan variasi semburan yang membentuk *spray* dan yang tidak me bentuk *spray*. Perbedaan semburan air ini dapat dilakukan dengan cara mengatur bukaan nosel.

Sesuai dengan hukum kontinuitas jika fluida mengalir dari suatu tempat dengan diameter yang lebih besar dan keluar melalui diameter yang lebih kecil maka kecepatan fluida yang mengalir akan semakin cepat. Persamaan ini berlaku

untuk nosel yang digunakan pada alat pemadam api mini ini. Semakin tinggi kecepatan fluida maka waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan fluida tersebut pada jumlah tertentu akan semakin cepat.

Tabel 5. 2 Data Jarak Teoritis Untuk Setiap Jenis Semburan Untuk Sudut 0°

Jenis Semburan	Jarak Dekat	Jarak Tengah	Jarak Jauh
semburan 25%	54.5	67.3	80.1
semburan 37,5%	96.2	147.3	198.2
semburan 50 %	320.4	356.05	392.5
semburan 62,5 %	406.2	440.95	475.7
semburan 75 %	477.7	495.05	512.4
semburan 87,5 %	500.85	511.85	522.85
semburan 100 %	508.05	523.05	538.05



Gambar 5. 4 Jarak Untuk Setiap Jenis Semburan Air

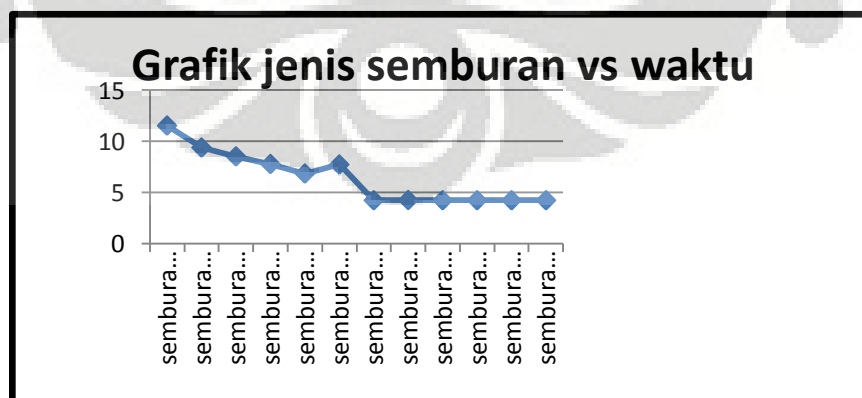
Grafik diatas menjelaskan fenomena jarak semburan yang terjadi pada setiap bukaan nosel. Semakin besar bukaan nosel maka kecepatan aliran air yang keluar dari nosel semakin besar. Kecepatan air yang semakin besar ini menyebabkan jarak sembur air semakin jauh. Dari gambar grafik dapat kita lihat bahwa jarak sembur air pada bukaan yang membentuk *spray* lebih kecil daripada jarak sembur yang tidak membentuk *spray*. Hal ini sesuai dengan hukum kontinuitas yang telah dijelaskan sebelumnya.

5.2.2 Untuk Jenis Semburan Pada Sudut $\theta = 5^\circ$.

Pengujian untuk jenis semburan yang membentuk sudut $\theta = 5^\circ$ dilakukan dengan cara yang sama dengan sudut $\theta = 0^\circ$. Adapun ketinggian dari nosel dengan botol penampung air sebesar = 46,3 cm. Fenomena jenis semburan terhadap waktu dan jarak pada bukaan pada sudut $\theta = 5^\circ$ memberikan gambaran yang hampir sama dengan sudut $\theta = 0^\circ$, yaitu semakin besar bukaan nosel maka jarak sembur air juga semakin jauh dan waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan volume air juga semakin cepat.

Tabel 5. 3 Data Waktu, Jarak, dan Tinggi Untuk 5°

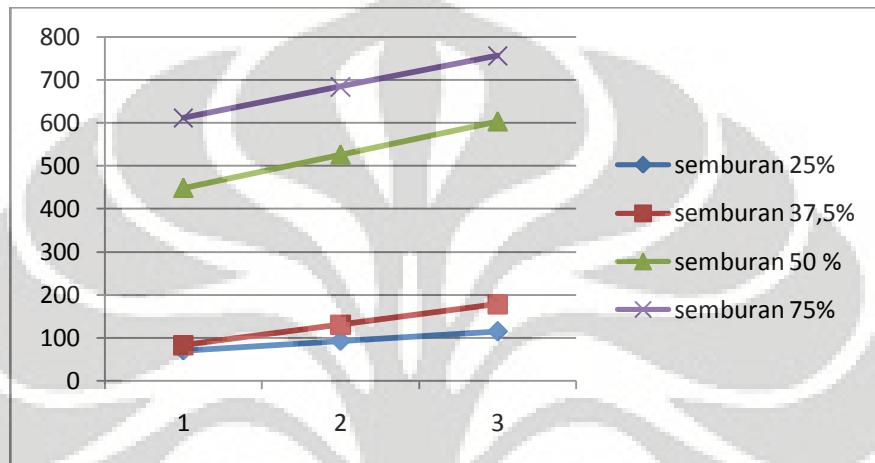
jenis semburan	waktu (menit)	jarak (cm)	tinggi(cm)	volume (L)
semburan 25% dekat	11.52	70.5	46.3	24
semburan 25% tengah	9.38	92.6	46.3	24
semburan 25% jauh	8.52	114.7	46.3	24
semburan 37,5% dekat	7.78	82.7	46.3	24
semburan 37,5% tenga	6.85	130.4	46.3	24
semburan 37,5% jauh	7.73	178.1	46.3	24
semburan 50 % dekat	4.25	448.8	46.3	24
semburan 50 % tengah	4.27	526.05	46.3	24
semburan 50 % jauh	4.25	603.03	46.3	24
semburan 75 % dekat	4.25	612	46.3	24
semburan 75 % tengah	4.25	684	46.3	24
semburan 75 % jauh	4.25	756	46.3	24



Gambar 5. 5 Jenis Semburan Terhadap Waktu

Tabel 5. 4 Data Jarak Teoritis Untuk Setiap Semburan Pada 5°

Jenis Semburan	Jarak Dekat	Jarak Tengah	Jarak Jauh
semburan 25%	70.5	92.6	114.7
semburan 37,5%	82.7	130.4	178.1
semburan 50 %	448.8	526.05	603.03
semburan 75%	612	684	756



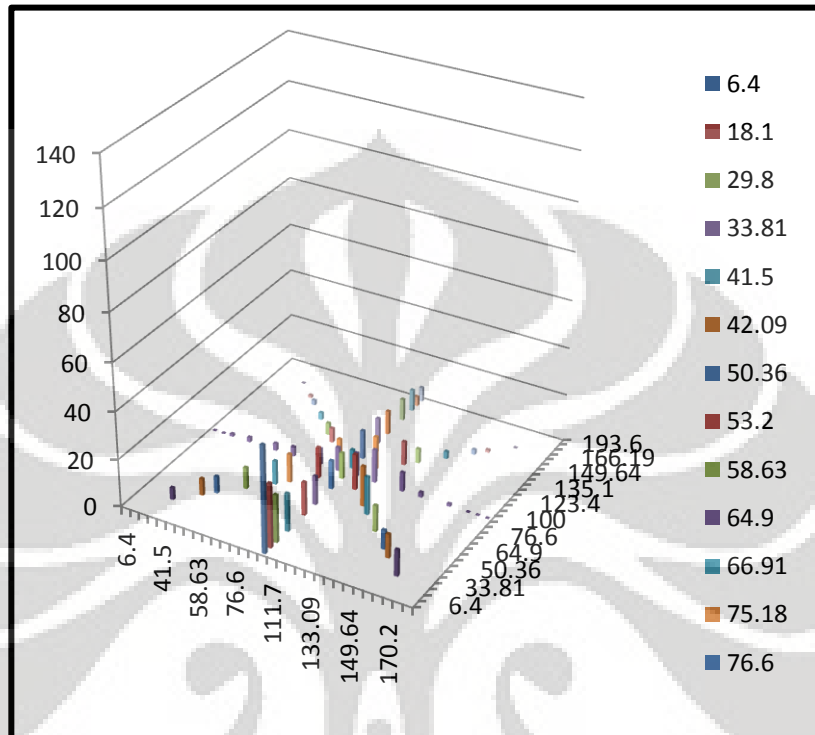
Gambar 5. 6 Grafik Jarak Setiap Jenis Semburan

5.3 Gambaran Umum Sebaran Air Pada Sudut 0° Dan 5°

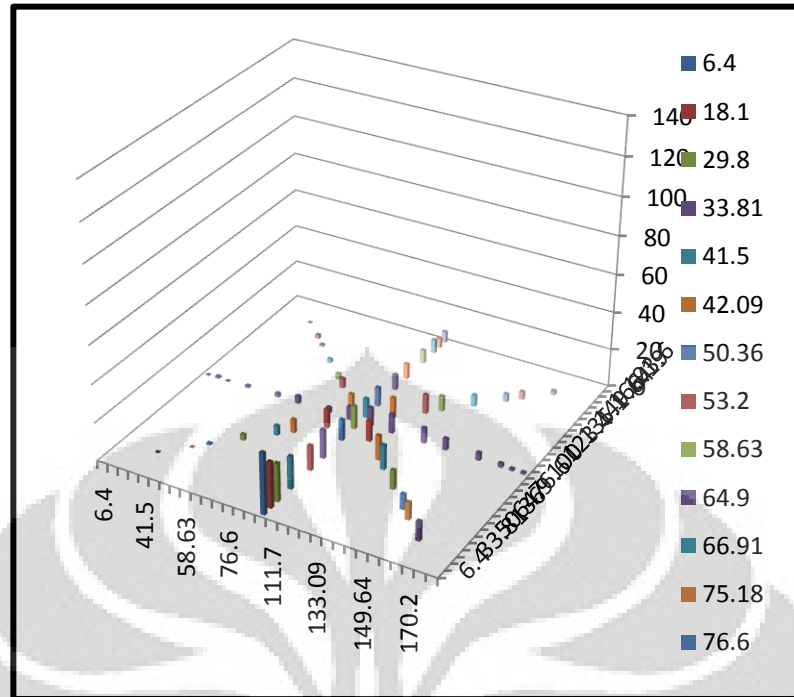
Dalam melakukan pengukuran data, air akan tertampung dalam setiap wadah air mineral yang disebar dengan pola tertentu. Setiap botol air mineral akan menampung air dengan jumlah yang berbeda sesuai dengan jenis bukaan nosel, sudut penembakan, dan posisi penembakan. Sebaran air ini kemudian akan ditampilkan dengan menggunakan program *Microsoft Excell* untuk memberikan gambaran pesebaran air.

Dari pengambilan data yang telah dilakukan selama pengujian alat baik dengan semburan 0° dan 5° diperoleh 2 gambaran umum yang mewakili pola penyebaran air yang terjadi. Pola pertama penyebaran air yang terdapat pada wadah penampung lebih merata dan mengisi hampir semua botol penampung air yang telah diletakkan sebelumnya. Pola seperti ini terdapat pada bukaan nosel yang kecil yaitu bukaan 25% dan 37,5%. Adapun pola penyebaran air yang kedua cenderung tidak merata dan lebih banyak mengisi botol penampung air yang

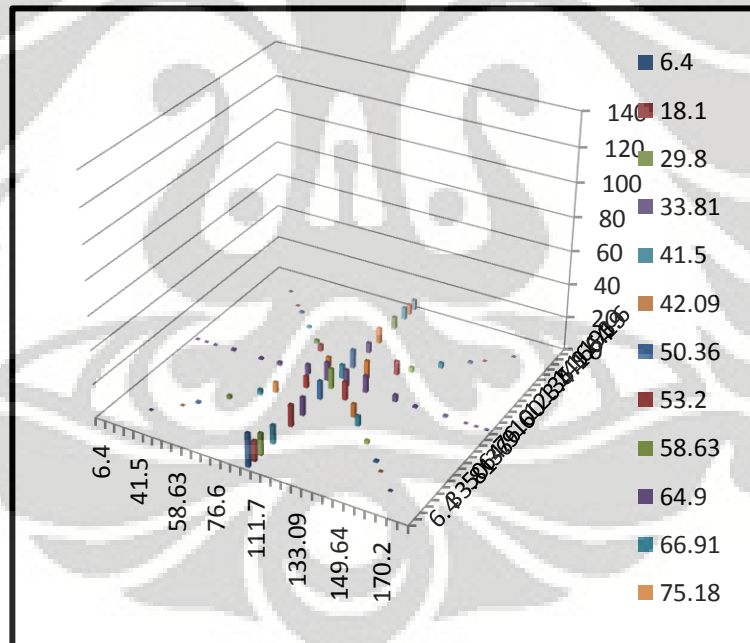
letaknya segaris dengan semburan air yang keluar dari nosel. Pola penyebaran seperti ini diwakili oleh bukaan nosel 50%, 62,5%, 675%, 87,5% dan 100%.



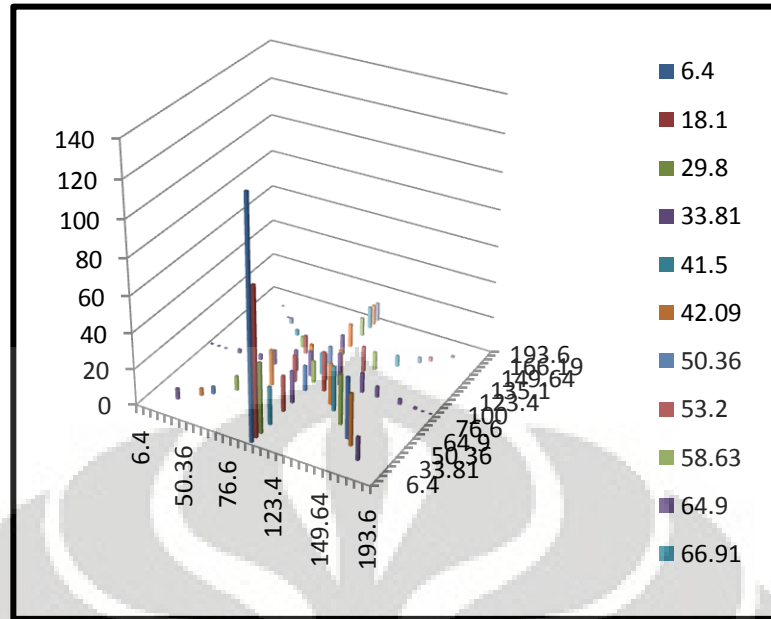
Gambar 5. 7 Semburan 25 % Jarak Tengah Sudut 0°



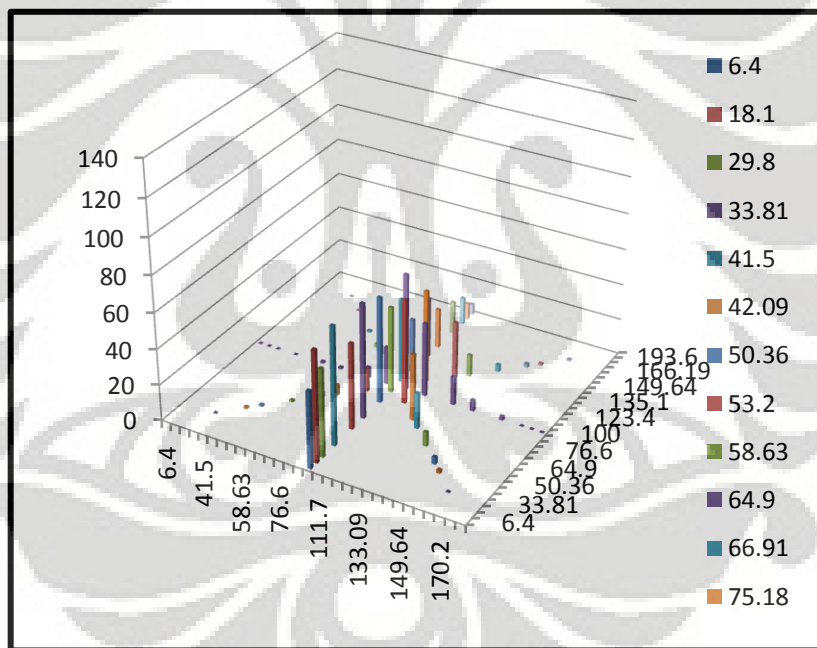
Gambar 5. 8 Semburan 25 % Jarak Jauh Sudut 5°



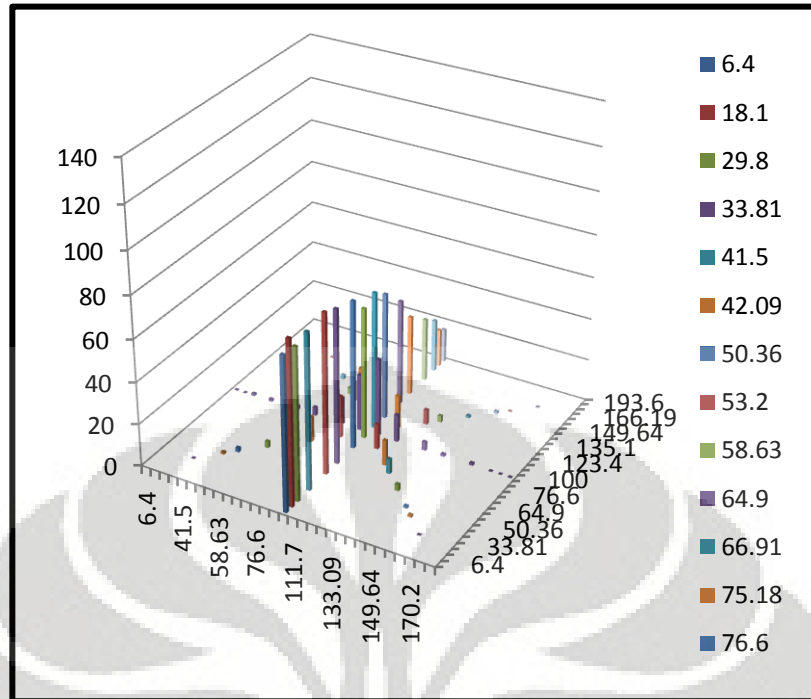
Gambar 5. 9 Semburan 37,5 % Jarak Dekat 0°



Gambar 5. 10 Semburan 37,5 % Jarak Dekat Sudut 5°



Gambar 5. 11 Semburan 50 % Jarak Jauh Sudut 0°



Gambar 5. 12 Semburan 100 % Jarak Jauh Sudut 0°

5.4 Perbandingan Jarak Teoritis Dan Aktual Untuk Semburan 0° Dan 5°

Data yang didapatkan dari percobaan dibandingkan dengan hasil perhitungan teori, sehingga didapatkan efisiensi alat tersebut berdasarkan jarak semburan yang didapatkan. Hasil perhitungan teori menggunakan rumus Bernoulli dan rumus GLBB yaitu sebagai berikut.

$$Q_{\text{pipe}} = Q_{\text{nozzle}}$$

$$\frac{\text{volume air } \left(\frac{m^3}{s}\right)}{t \text{ waktu air habis (s)}} = V_{\text{nozzle}} \cdot A_{\text{nozzle}}$$

$$V_{\text{nozzle}} = \frac{\text{volume air } \left(\frac{m^3}{s}\right)}{t \text{ waktu air habis (s)}} \frac{4}{\pi d^2}$$

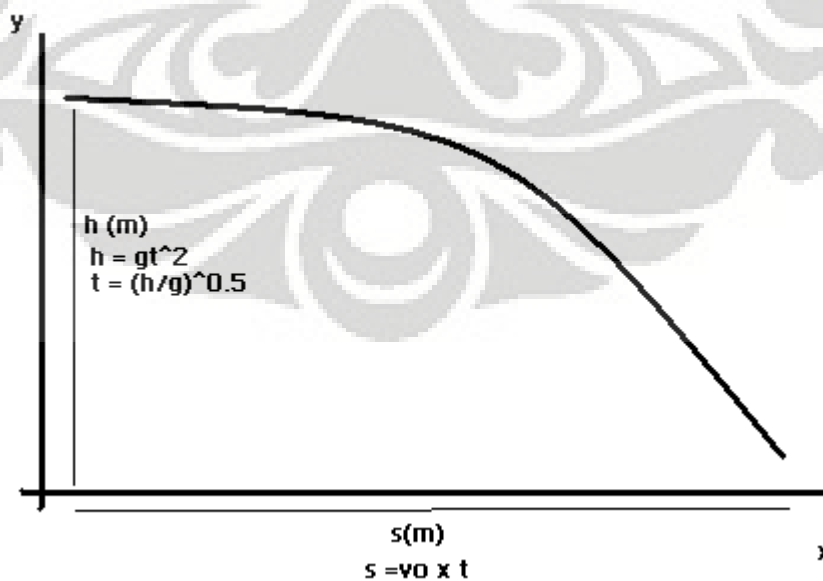
5.4.1 Jarak Semburan Air Pada Sudut 0°

Dengan menggunakan microsoft xl maka diperoleh nilai kecepatan semburan air pada setiap semburan. Hal ini ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. 5 Perhitungan Kecepatan Semburan Air

Jenis Semburan	t (menit)	t (L)	h (cm)	Vol(m)	Q(m ³ /n)	A nozzle	V nozzle (m/	V nozzle (m/s)
semburan 25% dekat	10,45	24	42,2	0,024	0,0023	3,14E-06	731,417426	12,19029043
semburan 25% tengah	10,5	24	42,2	0,024	0,0023	3,14E-06	727,9344859	12,13224143
semburan 25% jauh	10,02	24	42,2	0,024	0,0024	3,14E-06	762,805599	12,71342665
semburan 37,5% dekat	7,52	24	42,2	0,024	0,0032	3,14E-06	1016,397886	16,93996476
semburan 37,5% tengah	7,32	24	42,2	0,024	0,0033	3,14E-06	1044,16832	17,40280533
semburan 37,5% jauh	8,65	24	42,2	0,024	0,0028	3,14E-06	883,6198962	14,72699827
semburan 50 % dekat	3,97	24	42,2	0,024	0,006	3,14E-06	1925,267532	32,0877922
semburan 50 % tengah	4,08	24	42,2	0,024	0,0059	3,14E-06	1873,360809	31,22268015
semburan 50 % jauh	4,02	24	42,2	0,024	0,006	3,14E-06	1901,321418	31,68869031
semburan 62,5 % dekat	3,93	24	42,2	0,024	0,0061	3,14E-06	1944,86313	32,4143855
semburan 62,5 % tengah	4,12	24	42,2	0,024	0,0058	3,14E-06	1855,17284	30,91954734
semburan 62,5 % jauh	4,05	24	42,2	0,024	0,0059	3,14E-06	1887,237556	31,45395927
semburan 75 % dekat	3,83	24	42,2	0,024	0,0063	3,14E-06	1995,642846	33,26071411
semburan 75 % tengah	3,95	24	42,2	0,024	0,0061	3,14E-06	1935,015722	32,25026203
semburan 75 % jauh	3,98	24	42,2	0,024	0,006	3,14E-06	1920,430176	32,00716961
semburan 87,5 % dekat	4,02	24	42,2	0,024	0,006	3,14E-06	1901,321418	31,68869031
semburan 87,5 % tengah	4,07	24	42,2	0,024	0,0059	3,14E-06	1877,963661	31,29939436
semburan 87,5 % jauh	4,02	24	42,2	0,024	0,006	3,14E-06	1901,321418	31,68869031
semburan 100 % dekat	4,02	24	42,2	0,024	0,006	3,14E-06	1901,321418	31,68869031
semburan 100 % tengah	3,95	24	42,2	0,024	0,0061	3,14E-06	1935,015722	32,25026203
semburan 100 % jauh	4,08	24	42,2	0,024	0,0059	3,14E-06	1873,360809	31,22268015

Dari nilai kecepatan yang telah diketahui pada setiap bukaan nosel, maka dapat dihitung waktu dan jarak sembur pada setiap semburan. Gambar merupakan skema semburan air pada sudut 0°.



Gambar 5. 13 Pola Jatuhnya Air Pada Sudut 0°

Dari gambar diatas dapat perhitungan dibagi menjadi 2 untuk mendapatkan jarak semburan. Pertama menghitung wktua air untuk mencapai tanah. (Sumbu y)

$$s = v \cdot t$$

$$s = (a \cdot t) \cdot t$$

$$s = a \cdot t^2 \quad (h = g \cdot t^2)$$

$$t = \sqrt{\frac{h}{g}}$$

Setelah waktu didapatkan, maka jarak semburan air yang keluar dari nosel dapat dihitung dengan persamaan.

$$s \text{ semburan} = v \text{ nozzle} \cdot t$$

Hasil perhitungannya sebagai berikut.

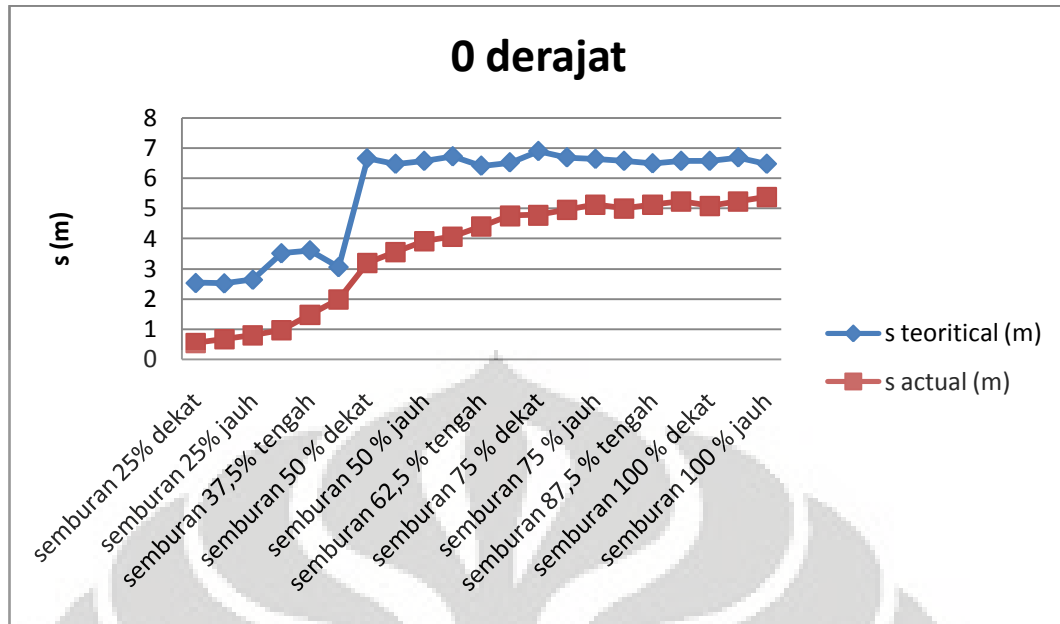
Tabel 5. 6 Jarak Aktual Untuk Setiap Jenis Semburan 0°

Jenis Semburan	v nozzle (m/s)	g (m/s ²)	t(h/g) ^{0.5}	s (jarak semburan)
semburan 25% dekat	12.1903	9.81	0.2074	2.5283
semburan 25% tengah	12.1322	9.81	0.2074	2.5163
semburan 25% jauh	12.7134	9.81	0.2074	2.6368
semburan 37,5% dekat	16.94	9.81	0.2074	3.5135
semburan 37,5% tengah	17.4028	9.81	0.2074	3.6094
semburan 37,5% jauh	14.727	9.81	0.2074	3.0545
semburan 50 % dekat	32.0878	9.81	0.2074	6.6552
semburan 50 % tengah	31.2227	9.81	0.2074	6.4758
semburan 50 % jauh	31.6887	9.81	0.2074	6.5724
semburan 62,5 % dekat	32.4144	9.81	0.2074	6.7229
semburan 62,5 % tengah	30.9195	9.81	0.2074	6.4129
semburan 62,5 % jauh	31.454	9.81	0.2074	6.5237
semburan 75 % dekat	33.2607	9.81	0.2074	6.8985
semburan 75 % tengah	32.2503	9.81	0.2074	6.6889

semburan 75 % jauh	32.0072	9.81	0.2074	6.6385
semburan 87,5 % dekat	31.6887	9.81	0.2074	6.5724
semburan 87,5 % tengah	31.2994	9.81	0.2074	6.4917
semburan 87,5 % jauh	31.6887	9.81	0.2074	6.5724
semburan 100 % dekat	31.6887	9.81	0.2074	6.5724
semburan 100 % tengah	32.2503	9.81	0.2074	6.6889
semburan 100 % jauh	31.2227	9.81	0.2074	6.4758

Tabel 5. 7 Jarak Teoritis vs Jarak Aktual

Jenis Semburan	s teoritical (m)	Jarak (cm)	s actual (m)	η (%)
semburan 25% dekat	2.52834	54.5	0.545	26.284
semburan 25% tengah	2.5163	67.3	0.673	
semburan 25% jauh	2.63684	80.1	0.801	
semburan 37,5% dekat	3.51345	96.2	0.962	43.4
semburan 37,5% tengah	3.60945	147	1.473	
semburan 37,5% jauh	3.05447	198	1.982	
semburan 50 % dekat	6.65521	320	3.204	54.252
semburan 50 % tengah	6.47578	356	3.5605	
semburan 50 % jauh	6.57243	393	3.925	
semburan 62,5 % dekat	6.72294	406	4.062	67.288
semburan 62,5 % tengah	6.41291	441	4.4095	
semburan 62,5 % jauh	6.52375	476	4.757	
semburan 75 % dekat	6.89848	478	4.777	73.428
semburan 75 % tengah	6.6889	495	4.9505	
semburan 75 % jauh	6.63849	512	5.124	
semburan 87,5 % dekat	6.57243	501	5.0085	78.199
semburan 87,5 % tengah	6.49169	512	5.1185	
semburan 87,5 % jauh	6.57243	523	5.2285	
semburan 100 % dekat	6.57243	508	5.0805	79.503
semburan 100 % tengah	6.6889	523	5.2305	
semburan 100 % jauh	6.47578	538	5.3805	



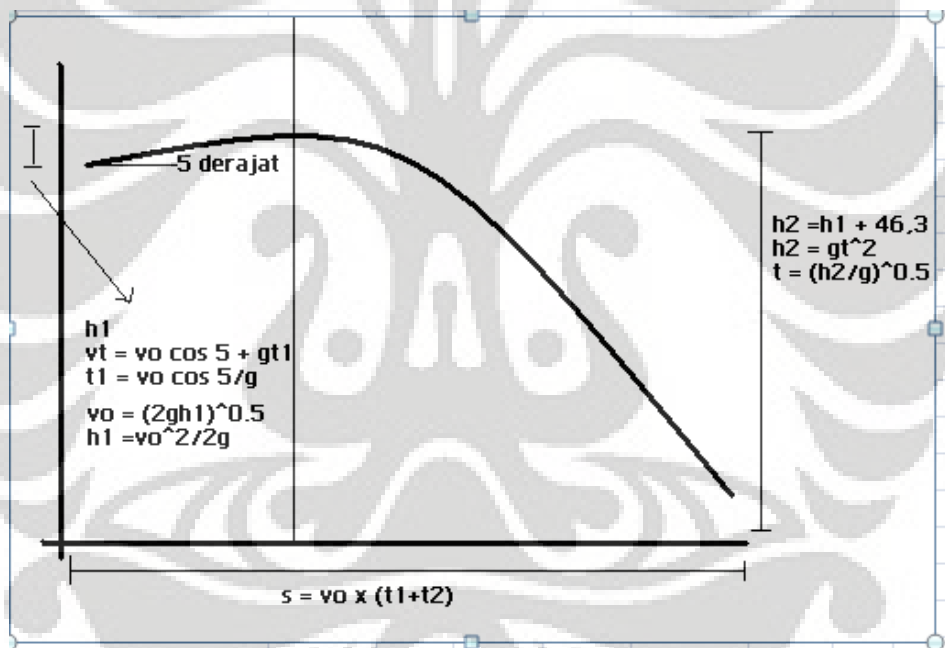
Gambar 5. 14 Perbandingan Jarak Teoritis dan Jarak Aktual

Gambar 5.14 menunjukkan adanya perbedaan antara jarak ukur teoritikal dan jarak aktual. Jarak aktual pada setiap bukaan lebih kecil daripada jarak teoritikal. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya faktor penghambat saat pengujian dilakukan, seperti angin. Selain itu penggunaan nosel yang digunakan juga mempengaruhi hal ini. Adapun efisiensi menurut jarak tembak, maka bukaan ke-8 memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena pada bukaan ini jarak sembur air lebih jauh. Namun demikian jarak ini tidak terlalu jauh berbeda dengan dua buah bukaan sebelumnya, yaitu bukaan 7 dan bukaan 6. Hal ini disebabkan karakteristik nosel yang digunakan

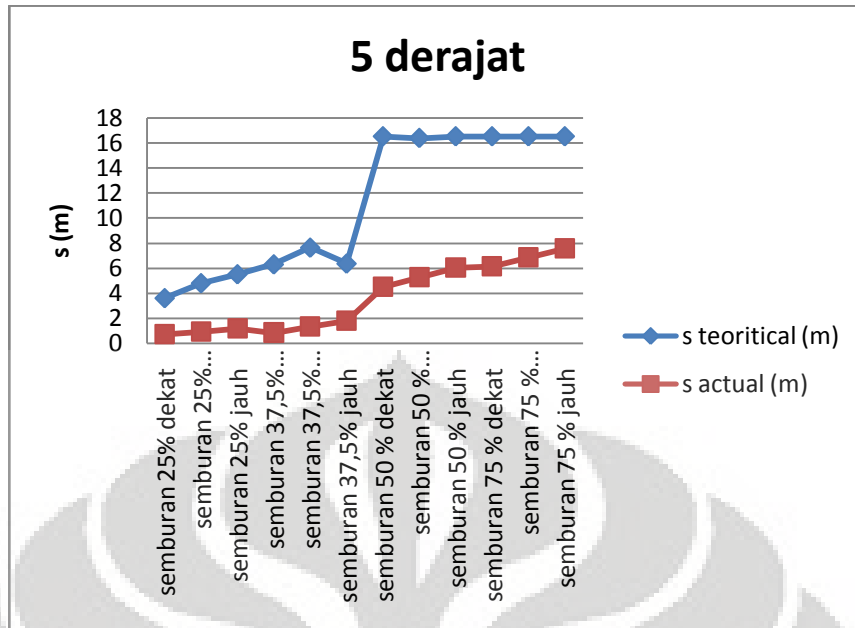
5.3.2 Jarak Semburan Air Pada Sudut 5°

Tabel 5. 8 Perhitungan Kecepatan Semburan 5°

jenis semburan	t (menit)	vol (L)	h (cm)	vol (m3)	Q(m3/min)	A nozzle	V nozzle (m/min)	V nozzle (m/s)
semburan 25% dekat	11,52	24	46,3	0,024	0,0020833	3,14E-06	663,4819533	11,05803255
semburan 25% tengah	9,38	24	46,3	0,024	0,0025586	3,14E-06	814,8520365	13,58086727
semburan 25% jauh	8,52	24	46,3	0,024	0,0028169	3,14E-06	897,1023594	14,95170599
semburan 37,5% dekat	7,78	24	46,3	0,024	0,0030848	3,14E-06	982,4308614	16,37384769
semburan 37,5% tengah	6,85	24	46,3	0,024	0,0035036	3,14E-06	1115,811986	18,59686643
semburan 37,5% jauh	7,73	24	46,3	0,024	0,0031048	3,14E-06	988,7855242	16,47975874
semburan 50 % dekat	4,25	24	46,3	0,024	0,0056471	3,14E-06	1798,426377	29,97377295
semburan 50 % tengah	4,27	24	46,3	0,024	0,0056206	3,14E-06	1790,002834	29,83338057
semburan 50 % jauh	4,25	24	46,3	0,024	0,0056471	3,14E-06	1798,426377	29,97377295
semburan 75 % dekat	4,25	24	46,3	0,024	0,0056471	3,14E-06	1798,426377	29,97377295
semburan 75 % tengah	4,25	24	46,3	0,024	0,0056471	3,14E-06	1798,426377	29,97377295
semburan 75 % jauh	4,25	24	46,3	0,024	0,0056471	3,14E-06	1798,426377	29,97377295

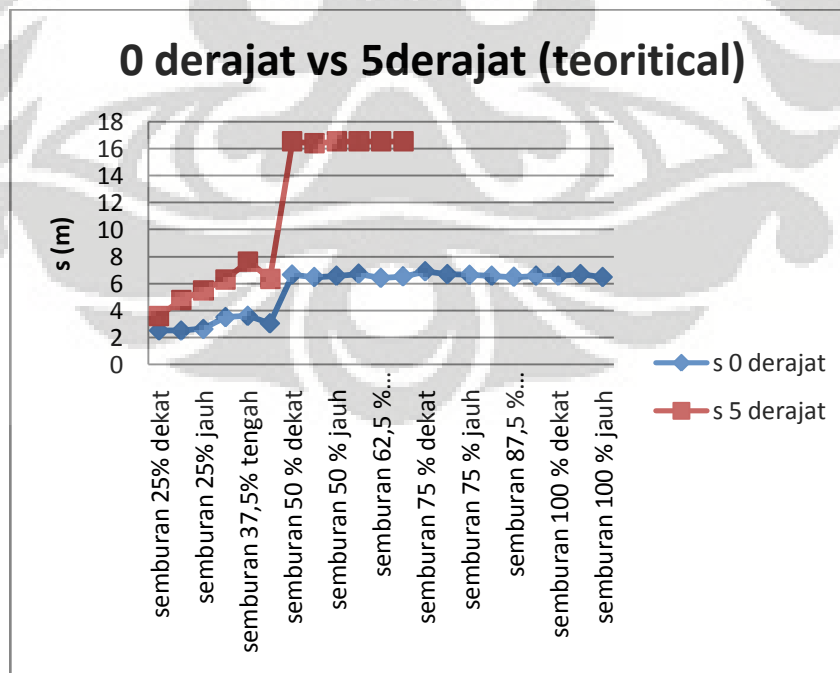


Gambar 5. 15 Pola Jatuhnya Air Pada Sudut 5°



Gambar 5. 16 Perbandingan Jarak Teoritical dan Aktual

Dari gambar 5.8 di atas terlihat adanya perbedaan antara jarak aktual dan teoritical. Perbedaan ini terjadi karena faktor yang sama dengan jarak semburan 0°. Yang menarik dari grafik di atas adalah jarak semburan air pada bukaan 4 meningkat drastis dari bukaan 3. Hal ini disebabkan pada bukaan 4 jenis semburan air yang terjadi merupakan semburan air jarak jauh.



Gambar 5. 17 Perbedaan Jarak Semburan Antara Sudut 0° dan 5°

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa jarak sembur untuk sudut 5 derajat jauh lebih tinggi daripada sudut 0 derajat. Jadi, untuk memadamkan api pada jarak sebaiknya semburan air membentuk sudut.

5.5 Pressure drop

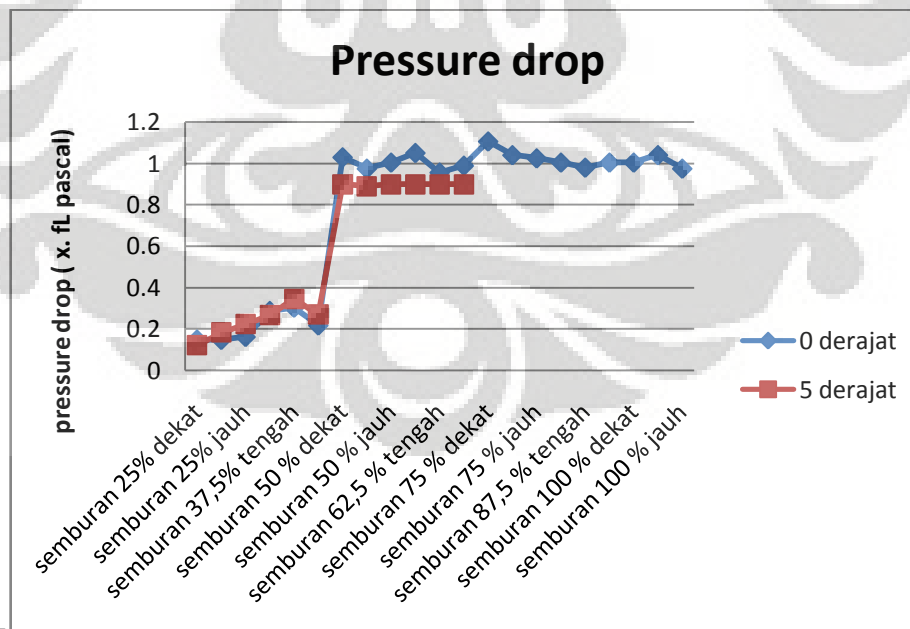
Pressure drop merupakan penurunan tekanan yang terjadi pada saat semburan air dilakukan pada pengujian. Pressure drop pada alat pemadam kebakaran api mini ini lebih besar terdapat pada semburan 6. Hal ini disebabkan pada semburan 6 kecepatan air yang keluar dari nosel lebih tinggi dari bukaan lainnya. Hal ini dapat dilihat dari tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 5. 9 Perhitungan Pressure Drop

A	B		C		D		E	
	0 derajat		5 derajat					
Jenis Semburan	V nozzle (m/s)	ΔP	V nozzle	ΔP				
semburan 25% dekat	12.19029043	0.148603	11.05803	0.12228008				
semburan 25% tengah	12.13224143	0.147191	13.58087	0.18443996				
semburan 25% jauh	12.71342665	0.161631	14.95171	0.22355351				
semburan 37,5% dekat	16.93996476	0.286962	16.37385	0.26810289				
semburan 37,5% tengah	17.40280533	0.302858	18.59687	0.34584344				
semburan 37,5% jauh	14.72699827	0.216884	16.47976	0.27158245				
semburan 50 % dekat	32.0877922	1.029626	29.97377	0.89842706				
semburan 50 % tengah	31.22268015	0.974856	29.83338	0.8900306				
semburan 50 % jauh	31.68869031	1.004173	29.97377	0.89842706				
semburan 62,5 % dekat	32.4143855	1.050692	29.97377	0.89842706				
semburan 62,5 % tengah	30.91954734	0.956018	29.97377	0.89842706				
semburan 62,5 % jauh	31.45395927	0.989352	29.97377	0.89842706				
semburan 75 % dekat	33.26071411	1.106275						
semburan 75 % tengah	32.25026203	1.040079						
semburan 75 % jauh	32.00716961	1.024459						
semburan 87,5 % dekat	31.68869031	1.004173						
semburan 87,5 % tengah	31.29939436	0.979652						
semburan 87,5 % jauh	31.68869031	1.004173						
semburan 100 % dekat	31.68869031	1.004173						
semburan 100 % tengah	32.25026203	1.040079						
semburan 100 % jauh	31.22268015	0.974856						

Jenis Semburan	0 derajat		5 derajat	
	V nozzle (ΔP	V nozzle (ΔP
semburan 25% dekat	12.190	0.148 fL	11.058	0.122 fL
semburan 25% tengah	12.132	0.147 fL	13.581	0.184 fL
semburan 25% jauh	12.713	0.161 fL	14.952	0.223 fL
semburan 37,5% dekat	16.940	0.286 fL	16.374	0.268 fL
semburan 37,5% tengah	17.403	0.302 fL	18.597	0.345 fL
semburan 37,5% jauh	14.727	0.216 fL	16.480	0.271 fL
semburan 50 % dekat	32.088	1.029 fL	29.974	0.898 fL
semburan 50 % tengah	31.223	0.974 fL	29.833	0.890fL
semburan 50 % jauh	31.689	1.004 fL	29.974	0.898fL
semburan 62,5 % dekat	32.414	1.050 fL	29.974	0.898fL
semburan 62,5 % tengah	30.920	0.956 fL	29.974	0.898fL
semburan 62,5 % jauh	31.454	0.989 fL	29.974	0.898fL
semburan 75 % dekat	33.261	1.106 fL		
semburan 75 % tengah	32.250	1.040 fL		
semburan 75 % jauh	32.007	1.024 fL		
semburan 87,5 % dekat	31.689	1.004 fL		
semburan 87,5 % tengah	31.299	0.979 fL		
semburan 87,5 % jauh	31.689	1.004 fL		
semburan 100 % dekat	31.689	1.004 fL		
semburan 100 % tengah	32.250	1.040 fL		
semburan 100 % jauh	31.223	0.974 fL		

Tabel penurunan tekanan pada setiap jeni semburan



Gambar 5. 18 Grafik Penurunan Tekanan

Gambar 5. Menunjukkan grafik penurunan tekanan pada setiap jenis semburan. Dari gambar dapat dilihat bahwa penurunan tekanan yang paling kecil terdapat pada semburan 25 % (bukaan 2). Seiring dengan bertambahnya bukaan nosel maka kecepatan aliran fluida yang keluar dari nosel semakin besar. Hal ini sesuai dengan teori tentang *pressure drop*. Semakin besar kecepatan suatu aliran fluida maka *pressure drop* yang terjadi juga semakin besar. Pada pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, *pressure drop* terbesar terdapat pada bukaan 6 untuk sudut 0 derajat dan sudut 5 derajat.

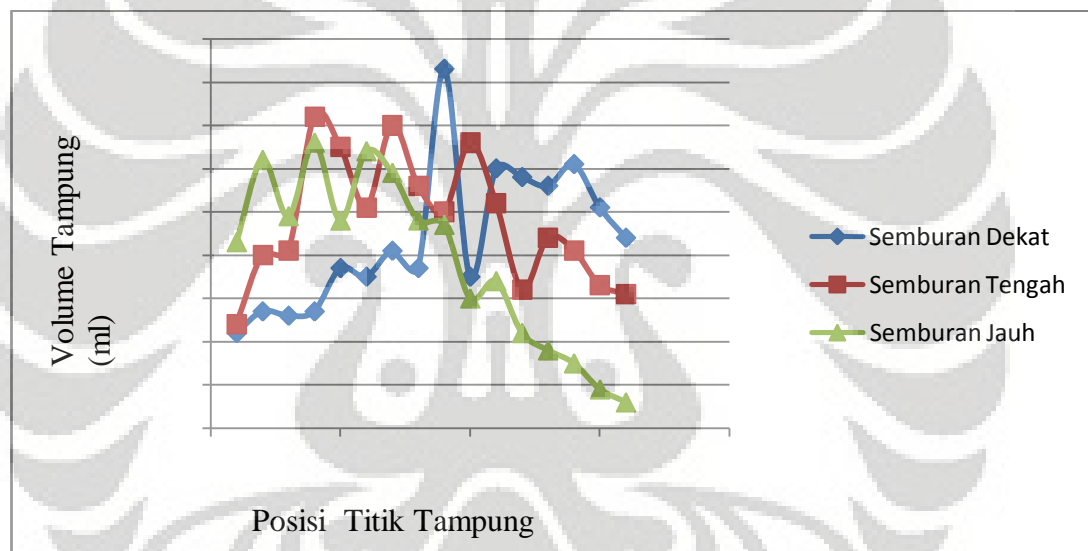
5.6 Kondisi Optimum

Kondisi optimum pada alat pemadam api mini ini terdapat pada bukaan ke-6. Hal ini dapat ditinjau dari segi jarak sembur air, volume air yang tertampung dan waktu. Berdasarkan pengujian dan pengolahan data yang dilakukan diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa air yang lebih banyak tertampung pada wadah penampung terdapat pada bukaan 6. Ditinjau dari segi waktu, pada bukaan ke-6 diperoleh hasil bahwa untuk menghabiskan sejumlah air pada volume yang telah ditentukan waktu yang dibutuhkan lebih singkat. Adapun dari segi jarak sembur air, pada bukaan ini jarak semburnya hampir sama dengan dua bukaan nosel setelahnya yaitu bukaan 7 dan bukaan 8. Namun bukaan 6 lebih efektif ditinjau dari segi waktu dan volume air yang tertampung pada wadah.

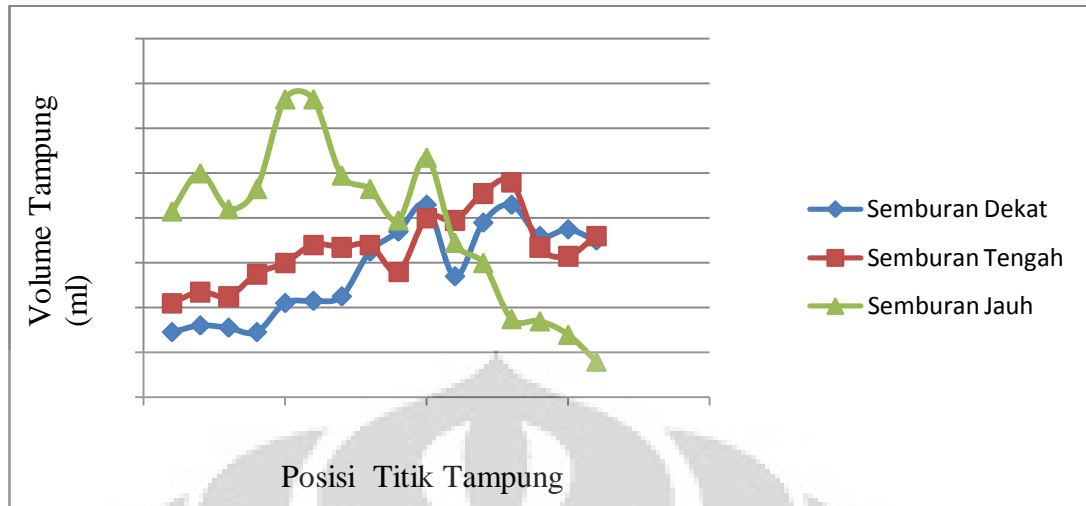
5.7 Pola Penyebaran Air Untuk Jarak Semburan Jauh Pada Sudut Semburan 0° dan 5°

Dari diagram batang yang ditampilkan sebelumnya terlihat jelas bahwa bukaan 4-8 dari nosel, mengindikasikan bahwa semburan air yang keluar dari nosel tidak menyebar. Pada bukaan 4-8 kecepatan air yang keluar dari nosel cukup besar hal ini menyebabkan *pressure drop* pada bukaan 4-8 lebih besar daripada bukaan 2-3 yang membentuk pola air menyebar. Air yang keluar dari bukaan nosel 4-8 cenderung membentuk garis lurus, sehingga air yang tertampung lebih terkonsentrasi pada bagian wadah yang segaris dengan arah semburan air. Untuk setiap pengujian pada semburan air jarak jauh dilakukan 3 buah variasi jarak. Ke-3 jarak itu sesuai dengan terminologi yang telah di bahas pada metode penelitian.

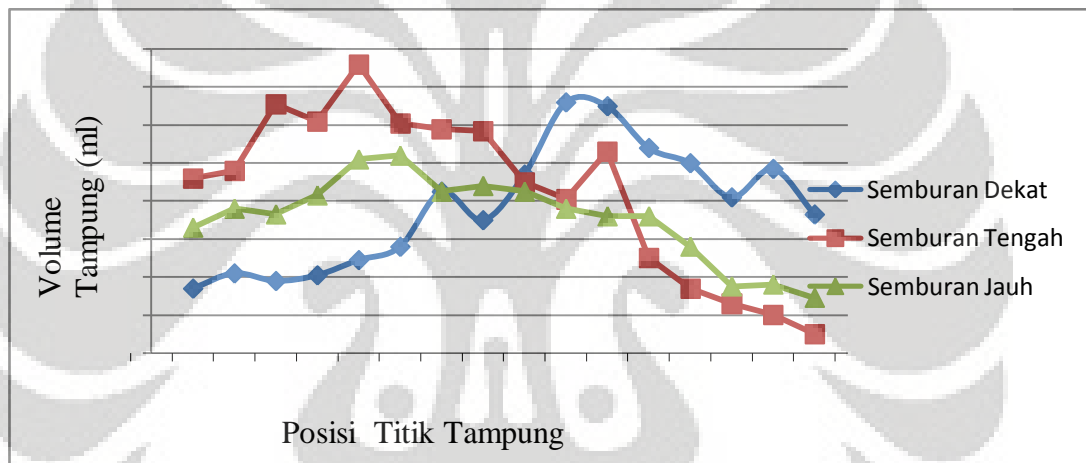
Pola semburan air untuk bukaan 4-8 memiliki karakteristik yang hampir sama. Namun untuk mempermudah pembahasan bukaan 4 dan 6 di ambil sebagai sampel untuk mendapatkan gambaran mengenai pola semburan air yang terjadi. Perbedaan jarak ini mengikuti gambar terminology sketsa yang telah dijelaskan pada metode penelitian. Pada pengujian yang telah dilakukan sebelumnya diperoleh gambaran bahwa air yang disemurkan dari nosel mempunyai panjang tertentu setelah jatuh ke tanah. Jadi, untuk semburan dekat, volume yang di ukur dimulai dari jarak terdekat jatuhnya air. Untuk semburan jauh volume air yang diukur diambil pada jarak terjauh air yang jatuh ke tanah. Adapun untuk semburan tengah diambil pada jarak tengah air yang jatuh ke tanah. Adapun perbedaan ketiga grafik tersebut hanya disebabkan pengaruh jarak sembur saja.



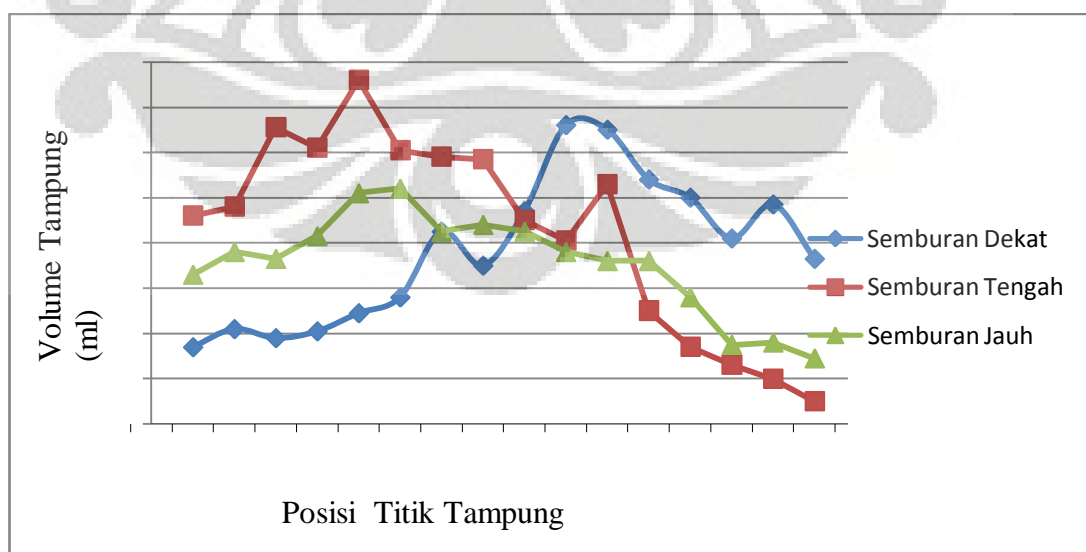
Gambar 5. 19 Grafik Volume vs Posisi Titik Tampung Bukaan 4



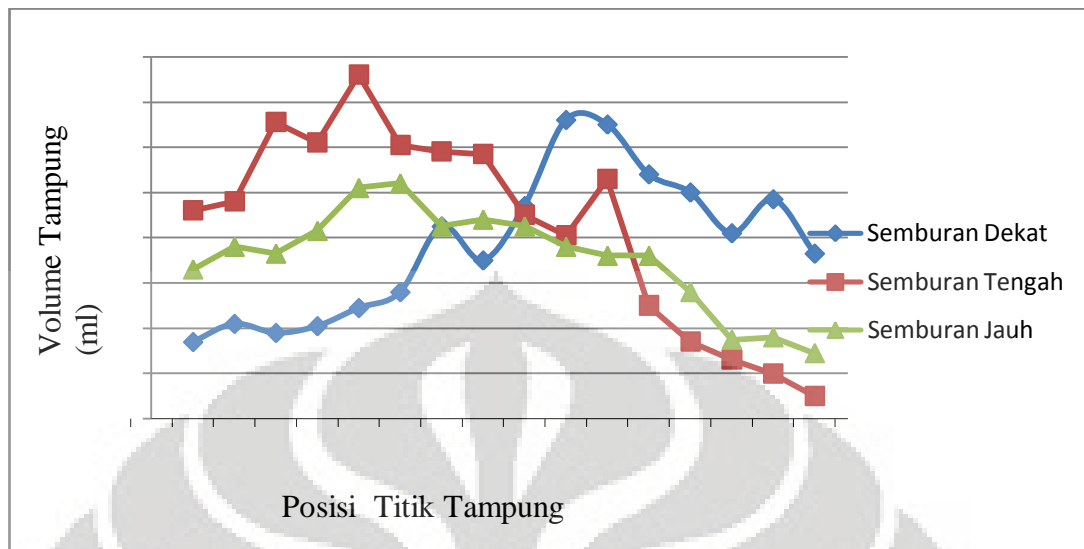
Gambar 5. 20 Grafik Volume vs Posisi Titik Tampung Bukaan 5



Gambar 5. 21 Grafik Volume VS Posisi Titik Tampung Bukaan 6



Gambar 5. 22 Gravis vs Posisi Ukur Bukaan 7



Grafik yang ditampilkan pada gambar di atas mewakili jenis semburan yang tidak membentuk spray. Pola air yang tertampung pada botol penampung hampir sama untuk setiap jenis semburan ini. Volume air yang paling banyak tertampung terdapat pada bagian tengah wadah penampung. Hal ini disebabkan butiran air yang lumayan besar jatuh pada bagian tengah wadah.

5.7 Perbandingan Karakteristik Semburan Jarak Jauh

Dari penelitian dan pengolahan data awal yang telah dilakukan terdapat 2 jenis semburan air yang terdapat pada nosel pemadam kebakaran mini ini. Jenis yang pertama adalah semburan air yang melebar dan yang kedua adalah jenis semburan memanjang atau cenderung membentuk garis lurus. Pada penelitian ini akan dibandingkan perbedaan karakteristik pola sebaran air pada bukaan 50 % dan 75 % pada sudut 0° dan sudut 5° . Pengambilan ke-2 jenis semburan ini untuk mewakili tembakan jarak jauh dengan alasan semburan 50 % merupakan jenis semburan jarak jauh setelah semburan menyebar. Penulis ingin melihat karakteristik pola yang terjadi pada daerah ini. Adapun pemilihan semburan 75 % didasarkan pada pengujian awal diperoleh data bahwa pada semburan 75 %, waktu untuk menghabiskan volume dalam jumlah yang sama lebih cepat.

5.7.1 Perbandingan karakteristik semburan 50 % dan 75 % untuk sudut 0° dan sudut 5°

Data Semburan 50% Jarak dekat dengan Sudut 0°(Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 320,4 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	27	21	24	31	50	41	5	51	61
2	1	12	37	22	36	32	29	42	4	52	51
3	2	13	35	23	0	33	14	43	2	53	44
4	3	14	41	24	0	34	5	44	1	54	47
5	6	15	37	25	1	35	2	45	1	55	33
6	10	16	0	26	2	36	1	46	83	56	18
7	18	17	1	27	2	37	0	47	35	57	8
8	22	18	3	28	4	38	0	48	60	58	4
9	27	19	7	29	9	39	24	49	58	59	2
10	26	20	12	30	22	40	10	50	56	60	1

Data Semburan 50% Jarak tengah dengan Sudut 0°(Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 356,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	72	21	26	31	67	41	5	51	41
2	2	12	65	22	43	32	29	42	2	52	33
3	3	13	51	23	0	33	13	43	2	53	31
4	4	14	70	24	0	34	3	44	1	54	43
5	5	15	56	25	1	35	2	45	0	55	24
6	11	16	0	26	2	36	1	46	56	56	12
7	24	17	1	27	3	37	0	47	66	57	4
8	40	18	2	28	4	38	0	48	52	58	2
9	41	19	3	29	11	39	21	49	32	59	1
10	54	20	13	30	31	40	10	50	44	60	0

Data Semburan 50% Jarak jauh dengan Sudut 0°(Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 392,5 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	66	21	37	31	70	41	2	51	15
2	1	12	48	22	58	32	65	42	1	52	9
3	1	13	64	23	0	33	41	43	0	53	6
4	1	14	59	24	0	34	16	44	0	54	52
5	3	15	48	25	0	35	6	45	0	55	32
6	6	16	0	26	0	36	2	46	47	56	12
7	12	17	2	27	1	37	0	47	30	57	4
8	43	18	4	28	1	38	0	48	34	58	2
9	62	19	8	29	6	39	7	49	22	59	1
10	49	20	20	30	21	40	5	50	18	60	1

Data Semburan 50% Jarak dekat dengan Sudut 5°(Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung = Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	2	11	29	21	37	31	49	41	5	51	42
2	1	12	35	22	46	32	41	42	2	52	38
3	2	13	35	23	0	33	17	43	2	53	40
4	3	14	37	24	0	34	7	44	1	54	38
5	5	15	31	25	1	35	6	45	0	55	39
6	7	16	2	26	1	36	2	46	32	56	22
7	16	17	4	27	3	37	2	47	35	57	12
8	25	18	7	28	4	38	1	48	37	58	5
9	27	19	12	29	9	39	13	49	37	59	3
10	28	20	19	30	20	40	8	50	36	60	2

Data Semburan 50% Jarak tengah dengan Sudut 5°(Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 46,3 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	2	11	34	21	17	31	31	41	11	51	28
2	3	12	38	22	26	32	19	42	5	52	25
3	4	13	35	23	0	33	8	43	3	53	24
4	6	14	40	24	1	34	4	44	3	54	25
5	10	15	40	25	1	35	2	45	2	55	12
6	21	16	2	26	2	36	2	46	35	56	7
7	29	17	2	27	4	37	1	47	38	57	4
8	35	18	4	28	8	38	0	48	34	58	2
9	33	19	6	29	16	39	26	49	31	59	2
10	31	20	10	30	33	40	18	50	29	60	1

Data Semburan 50% Jarak jauh dengan Sudut 5°(Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 46,3 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	41	21	10	31	18	41	5	51	11
2	2	12	49	22	18	32	7	42	2	52	9
3	3	13	46	23	0	33	4	43	1	53	6
4	6	14	44	24	1	34	2	44	1	54	11
5	11	15	38	25	1	35	1	45	1	55	5
6	12	16	0	26	1	36	1	46	28	56	2
7	30	17	1	27	3	37	0	47	22	57	1
8	32	18	1	28	5	38	0	48	22	58	1
9	39	19	2	29	17	39	22	49	19	59	0
10	48	20	4	30	22	40	11	50	15	60	1

5.7.2 Perbandingan Jenis Semburan Terhadap Volume Total Pada Semburan 50 % dan 75 % Untuk Sudut 0° Dan Sudut 5°

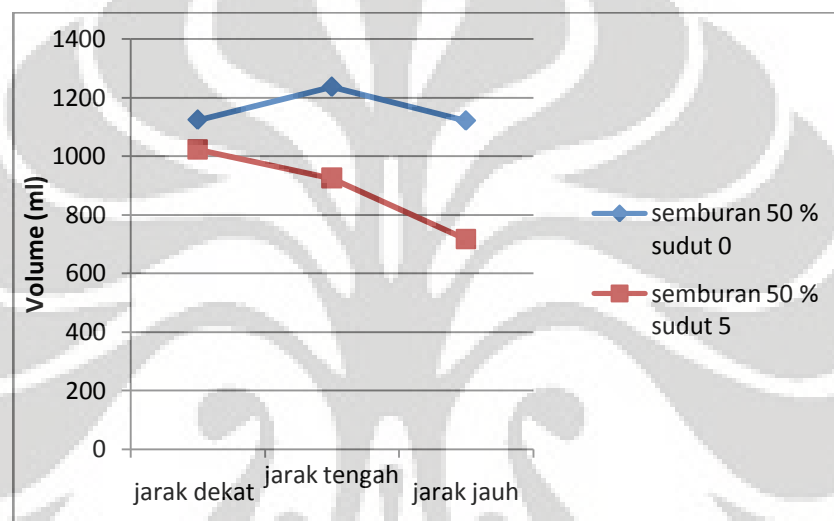
Tabel di bawah ini menunjukkan volume total air yang tertampung pada wadah pengujian untuk semburan jenis 50% dan 75 %. Pada jarak semburan dekat, tengah, dan jauh. Penulis ingin membandingkan perbedaan yang terjadi pada semburan yang sama akan tetapi sudut semburannya berbeda.

Tabel 5. 10 Perbandingan Sembura 50 % Untuk Sudut 0° dan 5°

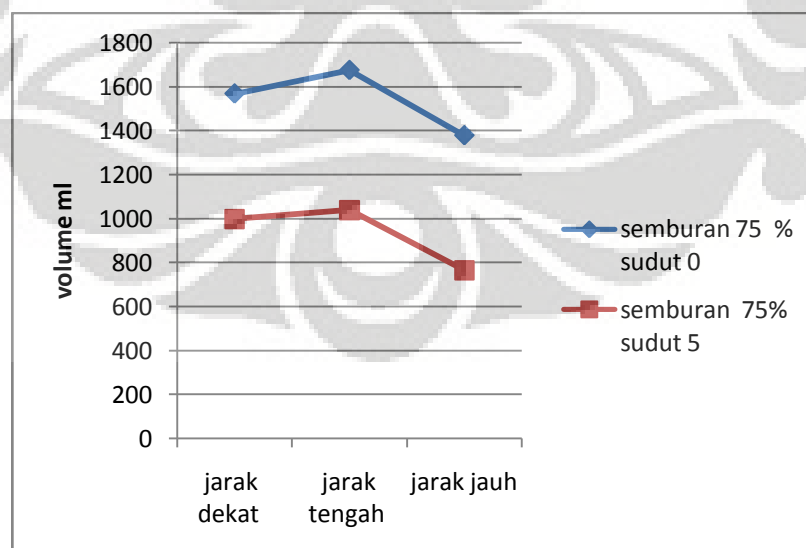
jenis semburan	volume jarak dekat (ml)	volume jarak tengah (ml)	volume jarak jauh (ml)
semburan 50 % sudut 0°	1124	1236	1121
semburan 50 % sudut 5°	1022	925	717

Tabel 5. 11 Perbandingan Semburan 75 % Untuk Sudut 0° dan 5°

jenis semburan	volume jarak dekat (ml)	volume jarak tengah (ml)	volume jarak jauh (ml)
semburan 75 % sudut 0°	1568	1675	1378
semburan 75% sudut 5°	999	1039	766



Gambar 5. 23 Volume VS Semburan Air 50 %

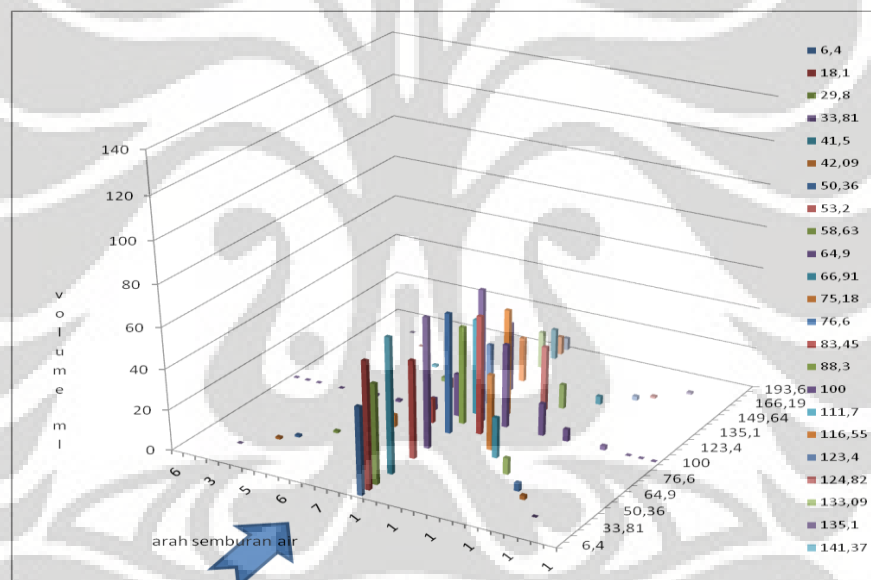


Gambar 5. 24 Volume vs Semburan Air 75 %

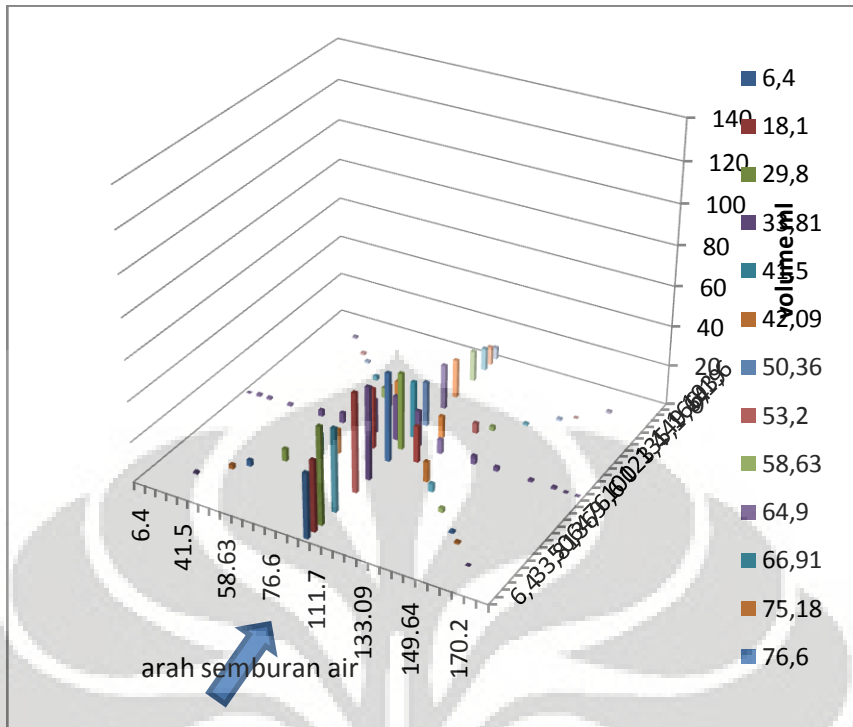
Pada gambar 5.23 dan 5.24 menunjukkan bahwa tren volume yang tertampung pada wadah untuk 3 variasi jarak yang berbeda tidak jauh berbeda. Hal ini disebabkan nosel yang digunakan sama. Adapun perbedaan volume yang tertampung pada wadah disebabkan oleh faktor luar, misalnya angin. Pada semburan 5° , jarak semburan air lebih jauh dari sudut 0° . Semakin jauh jarak maka hambatan angin akan semakin banyak pada proses penyemburan air

5.7.3 Perbandingan Pola Sebaran Air Pada Semburan 50 % Dan 75 % Untuk Sudut 0° Dan Sudut 5°

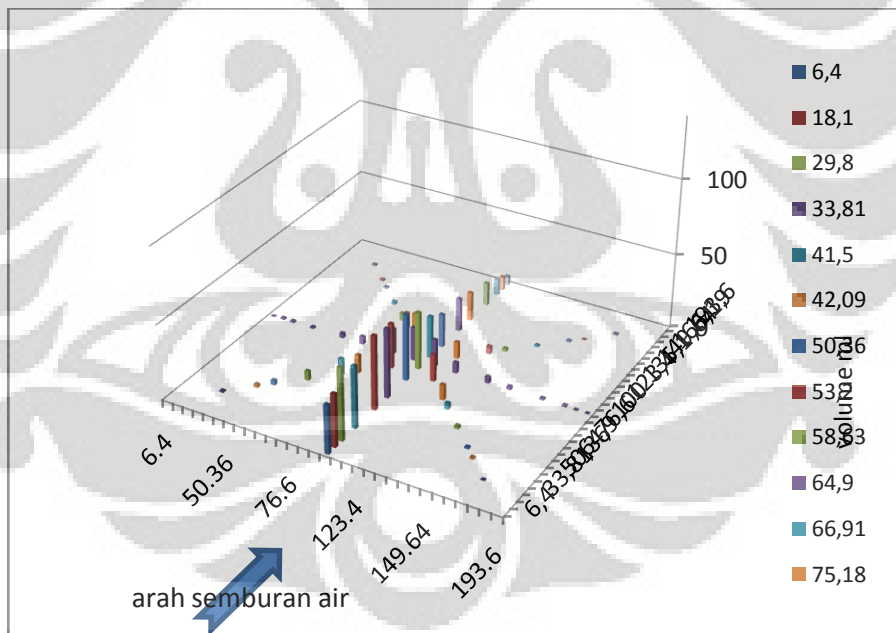
Pada grafik ini akan dibandingkan antara pola sebaran air pada sudut 50 % dan 75 % untuk sudut 0° dan 5° . Gambar grafik di bawah ini merupakan pola sebaran air untuk jarak semburan jauh.



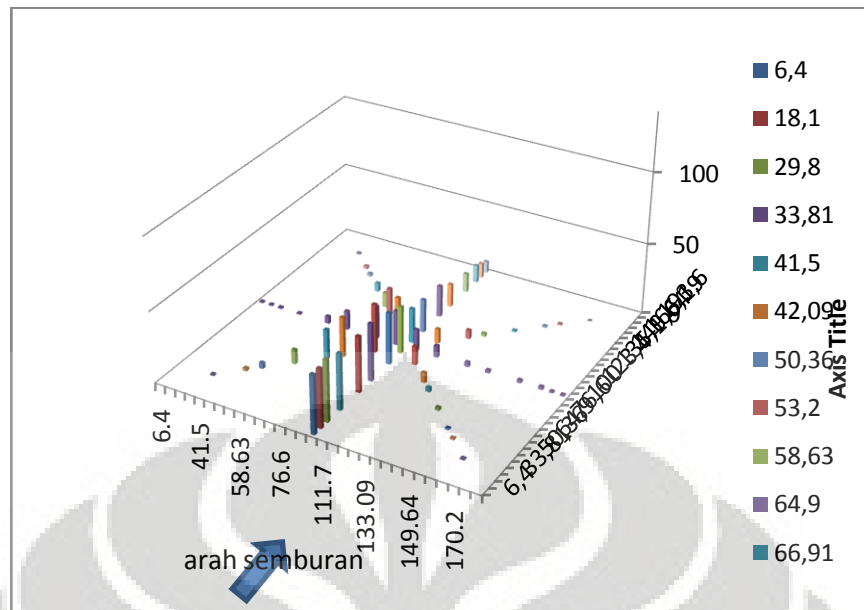
Gambar 5. 25 Pola Sebaran Air Semburan 50 % Sudut 0°



Gambar 5. 26 Gambar Pola Sebaran Air Semburan 50 % Pada Sudut 5°

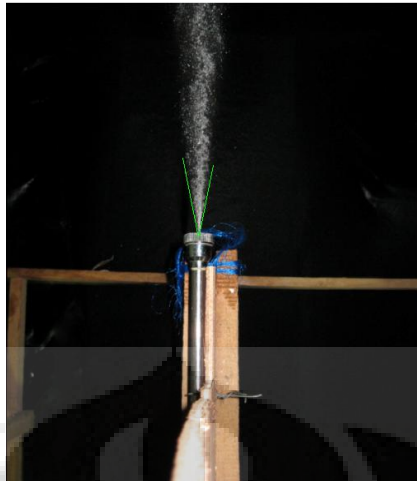


Gambar 5. 27 Gambar Pola Sebaran Air Semburan 75 % Pada Sudut 0°



Gambar 5. 28 Gambar Pola Sebaran Air Semburan 75 % Pada Sudut 5°

Pola sebaran air yang ditunjukkan pada gambar grafik 5.25 dan 5.26 mewakili semburan 50 % untuk sudut 0° dan 5°. Dari grafik yang ditampilkan tidak terdapat perbedaan pola sebaran air yang cukup signifikan hal ini disebabkan jenis nosel yang digunakan sama, sehingga pola sebaran air yang keluar dari nosel sama. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.29 dan 5.30. Adapun pola sebaran air yang terjadi cenderung terpusat di bagian botol penampung yang memiliki letak segaris dengan arah semburan air. Perbedaan yang terjadi justru terdapat pada volume air yang tertampung pada wadah penampung. Pada semburan 50 % dengan sudut 0° volume air yang tertampung lebih banyak dari pada volume air yang tertampung pada sudut 5°. Karena pada saat air disemurkan membentuk sudut maka jarak tembaknya semakin jauh, hal ini menyebabkan semakin banyak faktor pengganggu sampainya air ke wadah, seperti udara. Semakin jauh jarak tembaknya maka semakin banyak juga air yang tidak samapai ke wadah. Hal ini juga berlaku untuk semburan 75 % pada sudut 0° dan 5°.



Gambar 5. 29 Pola Semburan 50 % Untuk Sudut 0° dan 5°



Gambar 5. 30 Pola Semburan 75 % Untuk Sudut 0° dan 5°

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan tentang pola sebaran air dengan parameter uji yang telah ditentukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola sebaran air tidak sama untuk setiap bukaan. Untuk bukaan yang paling kecil pola sebaran airnya membentuk area yang lebih luas daripada bukaan yang lainnya. Hal ini disebabkan pada bukaan kecil air yang keluar dari nosel berbentuk spray dengan sudut yang lumayan besar.
2. Pola sebaran air pada semburan jarak jauh yang dilakukan pada sudut 0° dan 5° tidak jauh berbeda. Hal ini disebabkan pola air yang keluar dari nosel juga sama.
3. Luasan atau area sebaran air akan semakin mengecil seiring dengan bukaan yang semakin besar. Akan tetapi untuk beberapa bukaan terakhir pola luasan sebaran airnya hampir sama. Hal ini disebabkan oleh karakteristik nosel yang dipergunakan.
4. Jumlah air yang paling banyak tertampung pada wadah penampung terletak pada botol penampung air yang segaris dengan semburan air.

6.2 Saran.

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penulisan selanjutnya antara lain :

1. Diperlukan kesabaran dan ketelitian dalam mengerjakan penelitian ini, karena terdapat banyak sekali skema yang dapat dilakukan.
2. Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya diteliti lagi dengan memperbanyak variasi pengujian
3. Dalam penelitian ini dibutuhkan laboratorium khusus untuk memaksimalkan pengujian yang akan dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

Mott, Robert L Applied Fluid Mechanics, A Bell and Howel Company, Ohio, 1979.

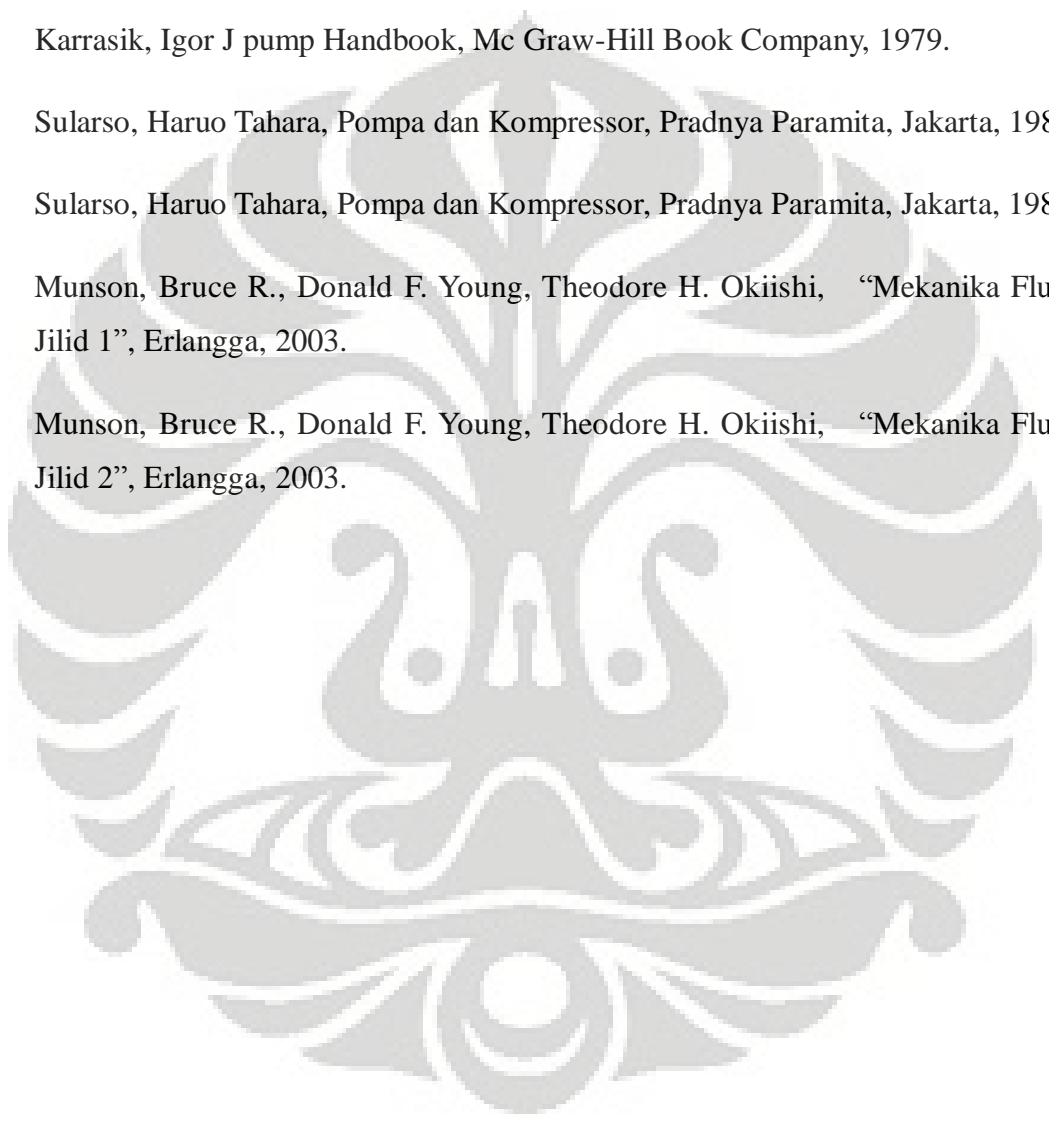
Karrasik, Igor J pump Handbook, Mc Graw-Hill Book Company, 1979.

Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita, Jakarta, 1987

Sularso, Haruo Tahara, Pompa dan Kompresor, Pradnya Paramita, Jakarta, 1987

Munson, Bruce R., Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, “Mekanika Fluida Jilid 1”, Erlangga, 2003.

Munson, Bruce R., Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, “Mekanika Fluida Jilid 2”, Erlangga, 2003.

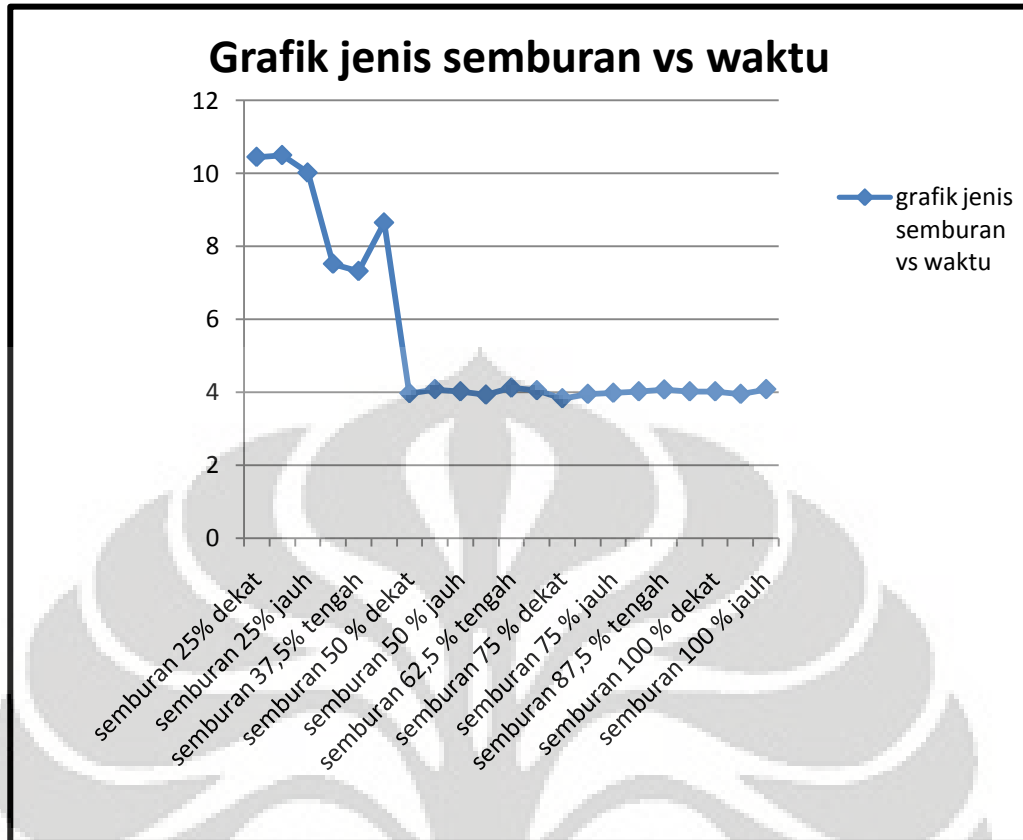


LAMPIRAN

Lampiran 1. Data umum hasil percobaan

Data waktu, jarak, tinggi, dan volume tampung pada setiap jenis semburan untuk sudut $\theta = 0^\circ$ pada semburan horizontal.

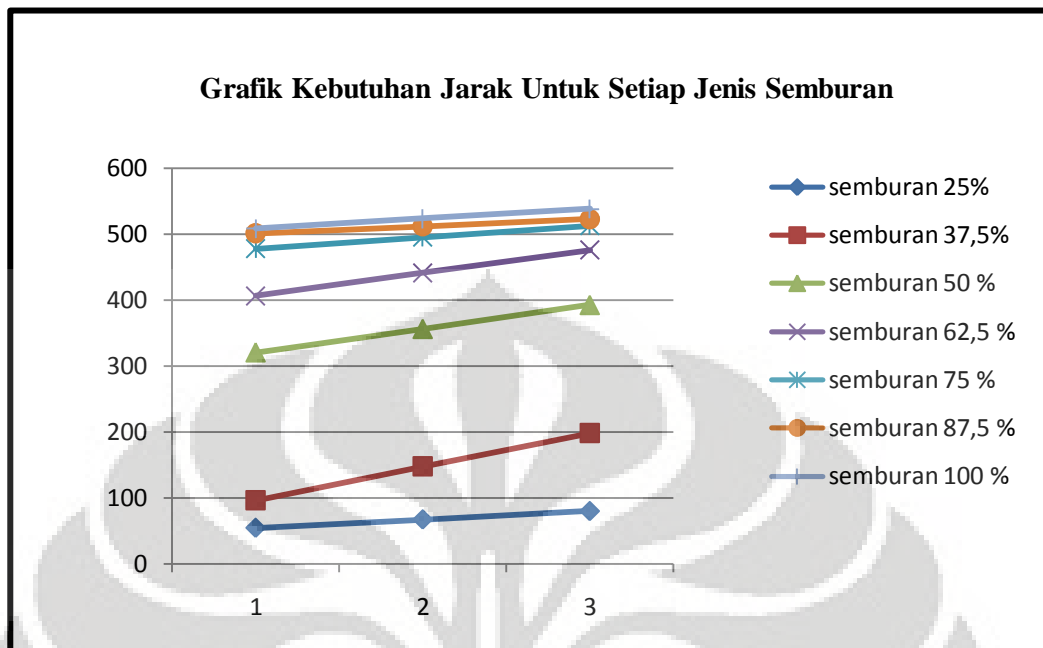
Jenis Semburan	Waktu (menit)	Jarak (cm)	Tinggi (cm)	Volume (L)
semburan 25% dekat	10.45	54.5	42.2	24
semburan 25% tengah	10.5	67.3	42.2	24
semburan 25% jauh	10.02	80.1	42.2	24
semburan 37,5% dekat	7.52	96.2	42.2	24
semburan 37,5% tengah	7.32	147.3	42.2	24
semburan 37,5% jauh	8.65	198.2	42.2	24
semburan 50 % dekat	3.97	320.4	42.2	24
semburan 50 % tengah	4.08	356.05	42.2	24
semburan 50 % jauh	4.02	392.5	42.2	24
semburan 62,5 % dekat	3.93	406.2	42.2	24
semburan 62,5 % tengah	4.12	440.95	42.2	24
semburan 62,5 % jauh	4.05	475.7	42.2	24
semburan 75 % dekat	3.83	477.7	42.2	24
semburan 75 % tengah	3.95	495.05	42.2	24
semburan 75 % jauh	3.98	512.4	42.2	24
semburan 87,5 % dekat	4.02	500.85	42.2	24
semburan 87,5 % tengah	4.07	511.85	42.2	24
semburan 87,5 % jauh	4.02	522.85	42.2	24
semburan 100 % dekat	4.02	508.05	42.2	24
semburan 100 % tengah	3.95	523.05	42.2	24
semburan 100 % jauh	4.08	538.05	42.2	24



Gambar Grafik perbandingan jenis semburan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan air dengan volume 24 liter untuk sudut $\theta = 0^\circ$ pada semburan horizontal.

Data jarak yang dibutuhkan untuk setiap jenis semburan untuk sudut $\theta = 0^\circ$ pada semburan horizontal

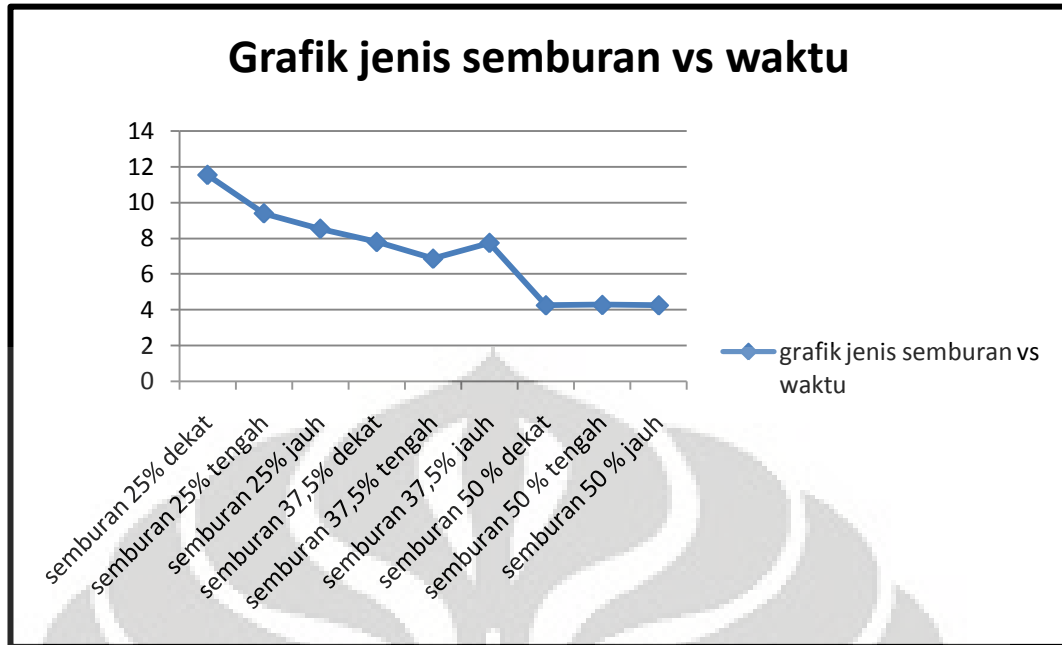
Jenis Semburan	Jarak Dekat	Jarak Tengah	Jarak Jauh
semburan 25%	54.5	67.3	80.1
semburan 37,5%	96.2	147.3	198.2
semburan 50 %	320.4	356.05	392.5
semburan 62,5 %	406.2	440.95	475.7
semburan 75 %	477.7	495.05	512.4
semburan 87,5 %	500.85	511.85	522.85
semburan 100 %	508.05	523.05	538.05



Gambar Grafik kebutuhan jarak semburan untuk setiap jenis semburan untuk sudut $\theta = 0^\circ$ pada semburan horizontal.

Data waktu, jarak, tinggi, dan volume tampung pada setiap jenis semburan untuk sudut $\theta = 5^\circ$ pada semburan horizontal.

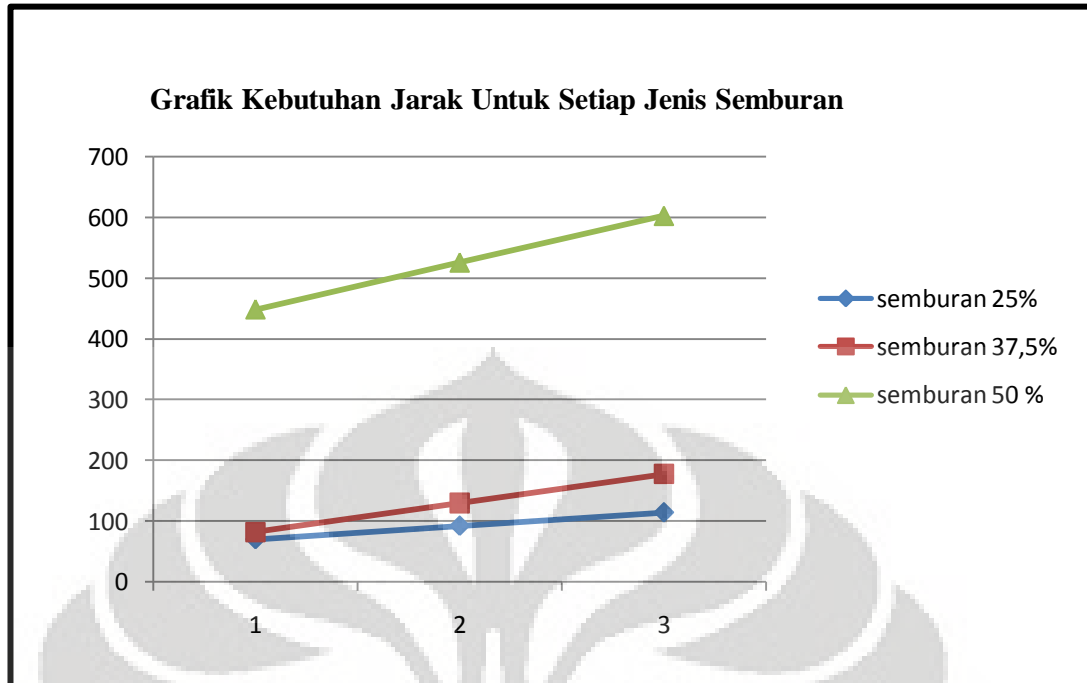
jenis semburan	waktu (menit)	jarak (cm)	Tinggi (cm)	volume (L)
semburan 25% dekat	11.52	70.5	46.3	24
semburan 25% tengah	9.38	92.6	46.3	24
semburan 25% jauh	8.52	114.7	46.3	24
semburan 37,5% dekat	7.78	82.7	46.3	24
semburan 37,5% tengah	6.85	130.4	46.3	24
semburan 37,5% jauh	7.73	178.1	46.3	24
semburan 50 % dekat	4.25	448.8	46.3	24
semburan 50 % tengah	4.27	526.05	46.3	24
semburan 50 % jauh	4.25	603.03	46.3	24



Gambar Grafik perbandingan jenis semburan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan air dengan volume 24 liter untuk sudut $\theta = 5^\circ$ pada semburan horizontal.

Data jarak yang dibutuhkan untuk setiap jenis semburan untuk sudut $\theta = 5^\circ$ pada semburan horizontal

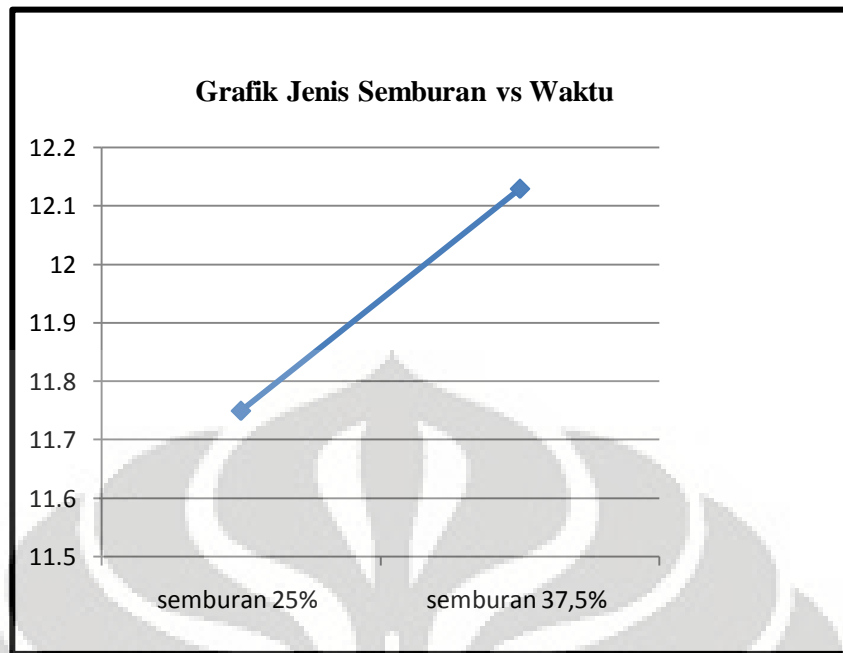
Jenis Semburan	Jarak Dekat	Jarak Tengah	Jarak Jauh
semburan 25%	70.5	92.6	114.7
semburan 37,5%	82.7	130.4	178.1
semburan 50 %	448.8	526.05	603.03



Gambar Grafik kebutuhan jarak semburan untuk setiap jenis semburan untuk sudut $\theta = 5^\circ$ pada semburan horizontal.

Data waktu, tinggi, dan volume tampung pada setiap jenis semburan untuk semburan vertikal.

jenis semburan	waktu (menit)	Tinggi (cm)	volume (L)
semburan 25%	11.75	149	24
semburan 37,5%	12.13	149	24



Gambar Grafik perbandingan jenis semburan dengan waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan air dengan volume 24 liter untuk sudut $\theta = 0^\circ$ pada semburan vertikal.

Lampiran 2. Data Gambaran umum pola sebaran air

Data Posisi Semburan Nosel 0° Dengan Ketinggian Nosel Dari Botol Penampung Air = 42,2 Cm

Data Semburan 25% Jarak Dekat dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 54,5 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	13	11	26	21	15	31	15	41	6	51	8
2	10	12	22	22	10	32	10	42	5	52	9
3	8	13	20	23	16	33	4	43	2	53	7
4	12	14	17	24	0	34	1	44	2	54	10
5	16	15	12	25	0	35	0	45	0	55	6
6	17	16	6	26	2	36	0	46	13	56	3
7	12	17	12	27	4	37	0	47	12	57	2
8	89	18	7	28	7	38	0	48	10	58	1
9	111	19	7	29	13	39	10	49	10	59	0
10	41	20	8	30	12	40	10	50	10	60	0

Data Semburan 25% Jarak tengah dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah
Penampung Air = 67,3 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	5	11	16	21	17	31	10	41	5	51	9
2	7	12	14	22	15	32	14	42	3	52	4
3	7	13	12	23	0	33	8	43	2	53	6
4	9	14	12	24	0	34	2	44	1	54	14
5	10	15	12	25	1	35	1	45	0	55	10
6	12	16	11	26	2	36	0	46	8	56	6
7	13	17	11	27	3	37	0	47	12	57	3
8	45	18	10	28	4	38	0	48	11	58	2
9	27	19	11	29	7	39	0	49	10	59	1
10	20	20	16	30	10	40	6	50	9	60	0

Data Semburan 25% Jarak jauh dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah
Penampung Air = 80,1 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	7	11	17	21	21	31	14	41	8	51	13
2	6	12	14	22	13	32	8	42	5	52	13
3	10	13	15	23	0	33	3	43	3	53	13
4	14	14	14	24	0	34	1	44	2	54	9
5	20	15	13	25	0	35	0	45	1	55	4
6	22	16	1	26	2	36	0	46	15	56	3
7	28	17	1	27	4	37	0	47	15	57	1
8	32	18	2	28	11	38	0	48	16	58	1
9	23	19	3	29	15	39	17	49	13	59	0
10	17	20	6	30	13	40	13	50	15	60	0

Data Semburan 37,5% Jarak dekat dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 96,2 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	11	21	8	31	10	41	2	51	7
2	0	12	13	22	11	32	10	42	1	52	6
3	1	13	11	23	0	33	4	43	1	53	6
4	2	14	11	24	0	34	1	44	0	54	11
5	3	15	12	25	0	35	1	45	0	55	8
6	6	16	0	26	1	36	0	46	8	56	3
7	7	17	0	27	1	37	0	47	11	57	3
8	20	18	1	28	2	38	0	48	6	58	1
9	12	19	2	29	6	39	6	49	9	59	0
10	13	20	6	30	11	40	4	50	7	60	0

Data Semburan 37,5% Jarak tengah dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 147,3Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	12	21	7	31	9	41	2	51	7
2	0	12	14	22	14	32	7	42	1	52	4
3	0	13	14	23	0	33	2	43	1	53	4
4	2	14	12	24	0	34	1	44	0	54	8
5	3	15	11	25	0	35	0	45	0	55	4
6	6	16	0	26	0	36	0	46	8	56	3
7	10	17	0	27	1	37	0	47	9	57	1
8	10	18	0	28	2	38	0	48	8	58	1
9	13	19	1	29	4	39	7	49	7	59	0
10	12	20	3	30	10	40	4	50	8	60	0

Data Semburan 37,5% Jarak jauh dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air =198,2 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	11	21	5	31	5	41	1	51	2
2	0	12	10	22	4	32	3	42	1	52	2
3	1	13	9	23	0	33	3	43	1	53	2
4	2	14	7	24	0	34	1	44	0	54	4
5	3	15	6	25	1	35	0	45	0	55	3
6	4	16	0	26	1	36	0	46	4	56	2
7	4	17	1	27	1	37	0	47	5	57	1
8	11	18	1	28	1	38	0	48	4	58	1
9	14	19	3	29	3	39	2	49	3	59	1
10	12	20	3	30	4	40	2	50	2	60	1

Data Semburan 50% Jarak dekat dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 320,4 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	27	21	24	31	50	41	5	51	61
2	1	12	37	22	36	32	29	42	4	52	51
3	2	13	35	23	0	33	14	43	2	53	44
4	3	14	41	24	0	34	5	44	1	54	47
5	6	15	37	25	1	35	2	45	1	55	33
6	10	16	0	26	2	36	1	46	83	56	18
7	18	17	1	27	2	37	0	47	35	57	8
8	22	18	3	28	4	38	0	48	60	58	4
9	27	19	7	29	9	39	24	49	58	59	2
10	26	20	12	30	22	40	10	50	56	60	1

Data Semburan 50% Jarak tengah dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 356,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	72	21	26	31	67	41	5	51	41
2	2	12	65	22	43	32	29	42	2	52	33
3	3	13	51	23	0	33	13	43	2	53	31
4	4	14	70	24	0	34	3	44	1	54	43
5	5	15	56	25	1	35	2	45	0	55	24
6	11	16	0	26	2	36	1	46	56	56	12
7	24	17	1	27	3	37	0	47	66	57	4
8	40	18	2	28	4	38	0	48	52	58	2
9	41	19	3	29	11	39	21	49	32	59	1
10	54	20	13	30	31	40	10	50	44	60	0

Data Semburan 50% Jarak jauh dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 392,5 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	66	21	37	31	70	41	2	51	15
2	1	12	48	22	58	32	65	42	1	52	9
3	1	13	64	23	0	33	41	43	0	53	6
4	1	14	59	24	0	34	16	44	0	54	52
5	3	15	48	25	0	35	6	45	0	55	32
6	6	16	0	26	0	36	2	46	47	56	12
7	12	17	2	27	1	37	0	47	30	57	4
8	43	18	4	28	1	38	0	48	34	58	2
9	62	19	8	29	6	39	7	49	22	59	1
10	49	20	20	30	21	40	5	50	18	60	1

Data Semburan 62,5% Jarak dekat dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 406,2 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	29	21	16	31	44	41	4	51	72
2	1	12	42	22	34	32	22	42	2	52	75
3	2	13	43	23	0	33	6	43	1	53	70
4	3	14	45	24	0	34	2	44	1	54	52
5	4	15	65	25	1	35	1	45	0	55	24
6	8	16	1	26	1	36	0	46	74	56	10
7	12	17	1	27	3	37	0	47	86	57	4
8	29	18	2	28	3	38	0	48	54	58	2
9	32	19	3	29	9	39	15	49	78	59	1
10	31	20	9	30	23	40	8	50	86	60	0

Data Semburan 62,5% Jarak tengah dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 440,35 cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	55	21	12	31	43	41	5	51	67
2	1	12	60	22	26	32	10	42	2	52	63
3	1	13	68	23	0	33	4	43	1	53	72
4	1	14	67	24	0	34	1	44	1	54	23
5	5	15	68	25	0	35	1	45	1	55	10
6	11	16	0	26	0	36	0	46	56	56	4
7	27	17	0	27	2	37	0	47	80	57	2
8	42	18	1	28	3	38	0	48	79	58	1
9	47	19	2	29	12	39	35	49	91	59	0
10	45	20	3	30	44	40	15	50	96	60	0

Data Semburan 62,5% Jarak jauh dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 475,7 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	93	21	11	31	27	41	4	51	34
2	1	12	133	22	29	32	9	42	2	52	28
3	1	13	133	23	1	33	2	43	2	53	16
4	2	14	99	24	1	34	1	44	1	54	17
5	4	15	93	25	1	35	1	45	1	55	5
6	16	16	1	26	2	36	1	46	79	56	3
7	38	17	1	27	3	37	0	47	107	57	2
8	83	18	1	28	4	38	0	48	69	58	2
9	100	19	2	29	12	39	50	49	60	59	0
10	84	20	6	30	51	40	11	50	35	60	0

Data Semburan 75% Jarak dekat dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 477,7 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	41	21	16	31	56	41	3	51	82
2	0	12	49	22	36	32	25	42	1	52	92
3	1	13	56	23	0	33	5	43	1	53	73
4	1	14	85	24	0	34	2	44	0	54	52
5	3	15	70	25	0	35	0	45	0	55	17
6	6	16	0	26	0	36	0	46	94	56	6
7	18	17	1	27	1	37	0	47	132	57	4
8	34	18	2	28	3	38	0	48	108	58	1
9	42	19	3	29	5	39	20	49	130	59	1
10	38	20	7	30	37	40	7	50	100	60	1

Data Semburan 75% Jarak tengah dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air =495,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	122	21	7	31	33	41	2	51	26
2	1	12	152	22	25	32	7	42	2	52	20
3	1	13	156	23	1	33	2	43	1	53	10
4	2	14	118	24	1	34	1	44	0	54	22
5	2	15	117	25	1	35	1	45	0	55	5
6	8	16	0	26	1	36	1	46	90	56	2
7	28	17	1	27	2	37	1	47	81	57	2
8	92	18	2	28	4	38	0	48	106	58	1
9	96	19	2	29	9	39	24	49	50	59	1
10	131	20	4	30	53	40	10	50	34	60	0

Data Semburan 75% Jarak jauh dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 512,4 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	93	21	11	31	27	41	4	51	34
2	1	12	133	22	29	32	9	42	2	52	28
3	1	13	133	23	1	33	2	43	2	53	16
4	2	14	99	24	1	34	1	44	1	54	17
5	4	15	93	25	1	35	1	45	1	55	5
6	16	16	1	26	2	36	1	46	79	56	3
7	38	17	1	27	3	37	0	47	107	57	2
8	83	18	1	28	4	38	0	48	69	58	2
9	100	19	2	29	12	39	50	49	60	59	0
10	84	20	6	30	51	40	11	50	35	60	0

Data Semburan 87,5% Jarak dekat dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air =500,85 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	49	21	30	31	78	41	2	51	38
2	0	12	76	22	67	32	38	42	2	52	30
3	1	13	69	23	0	33	8	43	1	53	11
4	1	14	72	24	0	34	2	44	1	54	34
5	3	15	66	25	0	35	1	45	1	55	21
6	5	16	1	26	1	36	1	46	84	56	8
7	8	17	1	27	1	37	1	47	70	57	3
8	49	18	2	28	2	38	0	48	67	58	2
9	66	19	5	29	5	39	10	49	87	59	1
10	58	20	12	30	14	40	3	50	50	60	1

Data Semburan 87,5% Jarak tengah dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air =511,85 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	56	21	11	31	44	41	7	51	55
2	1	12	50	22	27	32	10	42	5	52	50
3	2	13	72	23	0	33	4	43	2	53	33
4	4	14	71	24	0	34	3	44	0	54	32
5	8	15	81	25	1	35	1	45	0	55	15
6	27	16	0	26	1	36	0	46	71	56	5
7	41	17	1	27	3	37	0	47	69	57	2
8	41	18	1	28	6	38	0	48	78	58	0
9	52	19	2	29	21	39	44	49	69	59	0
10	49	20	7	30	52	40	18	50	63	60	0

Data Semburan 87,5% Jarak jauh dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 522,85 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	50	21	16	31	58	41	5	51	60
2	1	12	51	22	31	32	22	42	2	52	50
3	2	13	73	23	30	33	7	43	1	53	36
4	3	14	58	24	11	34	2	44	1	54	30
5	6	15	62	25	3	35	2	45	1	55	12
6	11	16	1	26	2	36	1	46	74	56	8
7	25	17	1	27	1	37	0	47	80	57	3
8	35	18	1	28	1	38	0	48	82	58	1
9	45	19	3	29	1	39	30	49	84	59	1
10	44	20	10	30	1	40	12	50	55	60	1

Data Semburan 100% Jarak dekat dengan Sudut 0^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 508,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	65	21	17	31	65	41	4	51	59
2	0	12	66	22	37	32	18	42	1	52	50
3	1	13	59	23	0	33	5	43	0	53	38
4	2	14	104	24	0	34	2	44	0	54	45
5	5	15	81	25	0	35	0	45	0	55	15
6	12	16	0	26	0	36	0	46	59	56	5
7	27	17	0	27	0	37	0	47	51	57	3
8	44	18	2	28	3	38	0	48	76	58	1
9	69	19	4	29	10	39	19	49	65	59	0
10	52	20	7	30	41	40	9	50	62	60	0

Data Semburan 100% Jarak tengah dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 523,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	62	21	11	31	52	41	3	51	40
2	0	12	59	22	31	32	21	42	1	52	32
3	2	13	61	23	0	33	7	43	1	53	31
4	2	14	91	24	0	34	3	44	1	54	31
5	6	15	88	25	0	35	1	45	0	55	16
6	7	16	1	26	2	36	1	46	69	56	6
7	18	17	1	27	2	37	1	47	65	57	2
8	45	18	4	28	10	38	0	48	60	58	1
9	48	19	5	29	27	39	12	49	61	59	0
10	51	20	6	30	50	40	7	50	43	60	0

Data Semburan 100% Jarak jauh dengan Sudut 0° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 538,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	74	21	12	31	37	41	3	51	25
2	1	12	76	22	12	32	13	42	2	52	18
3	2	13	73	23	0	33	4	43	1	53	16
4	3	14	70	24	0	34	1	44	0	54	16
5	6	15	62	25	1	35	1	45	0	55	7
6	12	16	0	26	1	36	0	46	65	56	3
7	20	17	1	27	2	37	0	47	60	57	1
8	73	18	1	28	4	38	0	48	50	58	1
9	78	19	3	29	13	39	24	49	38	59	0
10	72	20	7	30	27	40	10	50	30	60	0

Data dengan sudut 5°

Data Semburan 25% Jarak jauh dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 70,5 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	25	21	19	31	17	41	3	51	10
2	1	12	22	22	18	32	15	42	2	52	9
3	1	13	19	23	0	33	10	43	1	53	8
4	3	14	11	24	0	34	4	44	1	54	12
5	7	15	11	25	0	35	1	45	0	55	10
6	8	16	3	26	0	36	0	46	12	56	5
7	12	17	2	27	1	37	0	47	12	57	4
8	120	18	2	28	2	38	0	48	12	58	3
9	43	19	7	29	7	39	9	49	11	59	1
10	30	20	15	30	13	40	6	50	10	60	0

Data Semburan 25% Jarak tengah dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 92,6 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	15	11	52	21	7	31	8	41	6	51	7
2	25	12	44	22	8	32	5	42	5	52	6
3	24	13	30	23	2	33	3	43	3	53	6
4	19	14	20	24	2	34	3	44	3	54	7
5	17	15	16	25	3	35	2	45	2	55	5
6	17	16	9	26	3	36	2	46	9	56	2
7	20	17	13	27	5	37	2	47	10	57	3
8	72	18	10	28	10	38	2	48	10	58	4
9	81	19	6	29	10	39	14	49	9	59	2
10	76	20	6	30	18	40	12	50	16	60	2

Data Semburan 25% Jarak jauh dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 114,7 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	0	11	17	21	13	31	10	41	3	51	7
2	0	12	13	22	11	32	10	42	2	52	5
3	1	13	15	23	0	33	8	43	1	53	6
4	3	14	11	24	1	34	6	44	2	54	11
5	5	15	12	25	0	35	4	45	0	55	10
6	7	16	10	26	1	36	2	46	10	56	8
7	10	17	9	27	2	37	1	47	10	57	6
8	32	18	8	28	4	38	1	48	8	58	4
9	24	19	10	29	3	39	6	49	8	59	4
10	20	20	13	30	7	40	5	50	7	60	2

Data Semburan 37,5% Jarak dekat dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Penampung Air = 82,7 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	6	11	21	21	23	31	15	41	6	51	12
2	4	12	20	22	22	32	18	42	3	52	11
3	4	13	18	23	0	33	11	43	3	53	11
4	8	14	14	24	0	34	6	44	0	54	14
5	13	15	12	25	0	35	3	45	0	55	14
6	20	16	13	26	2	36	1	46	12	56	10
7	15	17	29	27	3	37	0	47	11	57	6
8	130	18	34	28	8	38	0	48	11	58	3
9	82	19	28	29	12	39	12	49	13	59	2
10	39	20	25	30	14	40	10	50	10	60	1

Data Semburan 37,5% Jarak tengah dengan Sudut 5^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 130,4 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	16	21	11	31	15	41	4	51	8
2	2	12	15	22	15	32	11	42	4	52	7
3	3	13	13	23	0	33	9	43	1	53	5
4	5	14	12	24	1	34	6	44	1	54	10
5	6	15	11	25	1	35	4	45	0	55	8
6	9	16	13	26	2	36	3	46	10	56	7
7	10	17	15	27	3	37	1	47	11	57	6
8	24	18	13	28	5	38	1	48	11	58	5
9	23	19	11	29	7	39	7	49	8	59	4
10	17	20	11	30	9	40	5	50	9	60	3

Data Semburan 37,5% Jarak jauh dengan Sudut 5^0 (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 178,1 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	9	21	9	31	5	41	3	51	3
2	1	12	9	22	7	32	7	42	1	52	3
3	2	13	8	23	1	33	6	43	2	53	4
4	2	14	7	24	1	34	5	44	2	54	7
5	3	15	6	25	1	35	4	45	1	55	5
6	4	16	4	26	1	36	4	46	6	56	5
7	4	17	6	27	2	37	3	47	4	57	4
8	11	18	6	28	2	38	3	48	5	58	3
9	10	19	9	29	3	39	4	49	3	59	2
10	10	20	8	30	4	40	3	50	3	60	1

Data Semburan 50% Jarak jauh dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung = 448,8 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	2	11	29	21	37	31	49	41	5	51	42
2	1	12	35	22	46	32	41	42	2	52	38
3	2	13	35	23	0	33	17	43	2	53	40
4	3	14	37	24	0	34	7	44	1	54	38
5	5	15	31	25	1	35	6	45	0	55	39
6	7	16	2	26	1	36	2	46	32	56	22
7	16	17	4	27	3	37	2	47	35	57	12
8	25	18	7	28	4	38	1	48	37	58	5
9	27	19	12	29	9	39	13	49	37	59	3
10	28	20	19	30	20	40	8	50	36	60	2

Data Semburan 50% Jarak jauh dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 526,05 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	2	11	34	21	17	31	31	41	11	51	28
2	3	12	38	22	26	32	19	42	5	52	25
3	4	13	35	23	0	33	8	43	3	53	24
4	6	14	40	24	1	34	4	44	3	54	25
5	10	15	40	25	1	35	2	45	2	55	12
6	21	16	2	26	2	36	2	46	35	56	7
7	29	17	2	27	4	37	1	47	38	57	4
8	35	18	4	28	8	38	0	48	34	58	2
9	33	19	6	29	16	39	26	49	31	59	2
10	31	20	10	30	33	40	18	50	29	60	1

Data Semburan 50% Jarak jauh dengan Sudut 5° (Jarak Dari Nossel Ke Wadah Penampung Air = 603,3 Cm)

No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	1	11	41	21	10	31	18	41	5	51	11
2	2	12	49	22	18	32	7	42	2	52	9
3	3	13	46	23	0	33	4	43	1	53	6
4	6	14	44	24	1	34	2	44	1	54	11
5	11	15	38	25	1	35	1	45	1	55	5
6	12	16	0	26	1	36	1	46	28	56	2
7	30	17	1	27	3	37	0	47	22	57	1
8	32	18	1	28	5	38	0	48	22	58	1
9	39	19	2	29	17	39	22	49	19	59	0
10	48	20	4	30	22	40	11	50	15	60	1

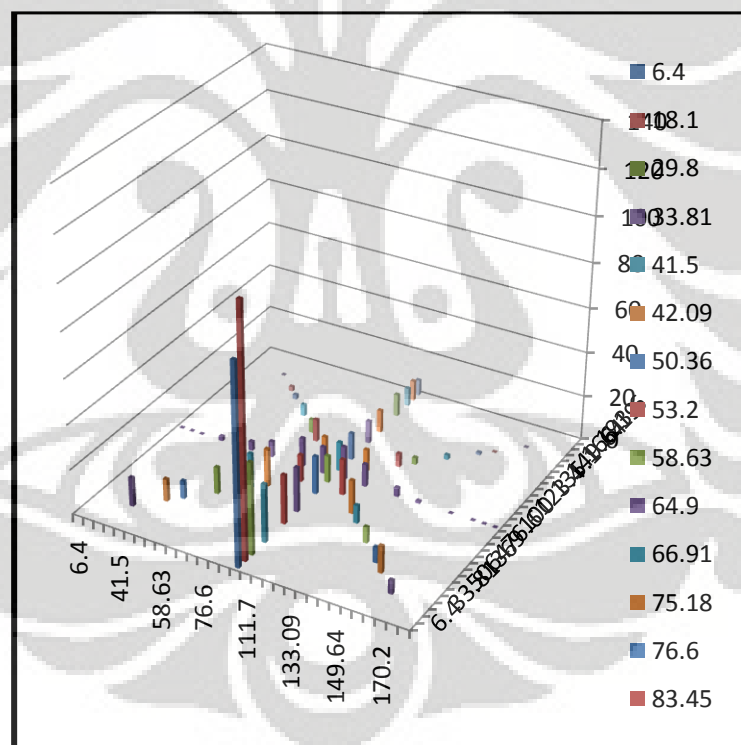
Data dengan posisi nosel vertikal

Semburan 25% dengan ketinggian = 149cm

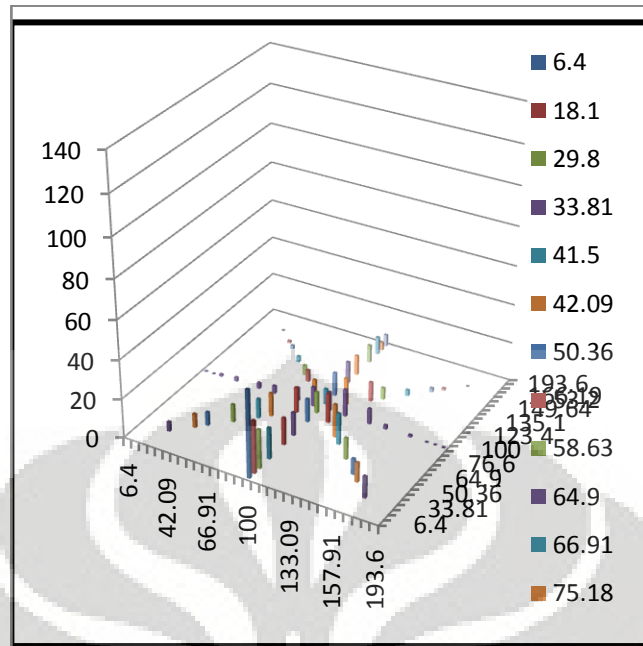
No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	2	11	22	21	47	31	30	41	48	51	15
2	5	12	48	22	58	32	21	42	32	52	4
3	10	13	58	23	2	33	25	43	14	53	2
4	36	14	82	24	4	34	30	44	3	54	15
5	41	15	69	25	16	35	13	45	2	55	34
6	26	16	3	26	38	36	6	46	23	56	35
7	41	17	4	27	51	37	3	47	29	57	24
8	0	18	5	28	40	38	7	48	26	58	7
9	4	19	20	29	21	39	28	49	26	59	4
10	9	20	33	30	43	40	38	50	27	60	0

Semburan 37,5% dengan ketinggian = 149 cm

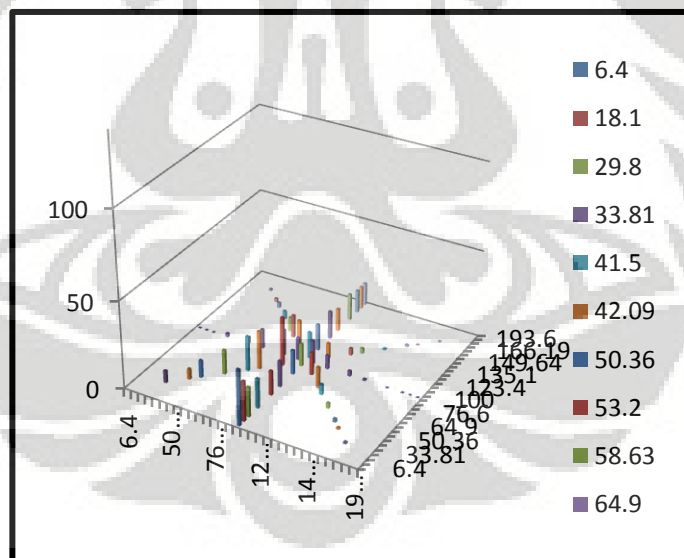
No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)	No	Volume (ml)
1	2	11	25	21	31	31	20	41	63	51	18
2	3	12	42	22	28	32	27	42	52	52	4
3	9	13	31	23	4	33	23	43	23	53	2
4	20	14	37	24	9	34	28	44	8	54	18
5	27	15	50	25	15	35	17	45	2	55	22
6	37	16	3	26	39	36	7	46	30	56	27
7	58	17	5	27	31	37	4	47	23	57	26
8	1	18	15	28	37	38	1	48	25	58	10
9	3	19	19	29	53	39	49	49	31	59	5
10	11	20	29	30	53	40	52	50	33	60	3



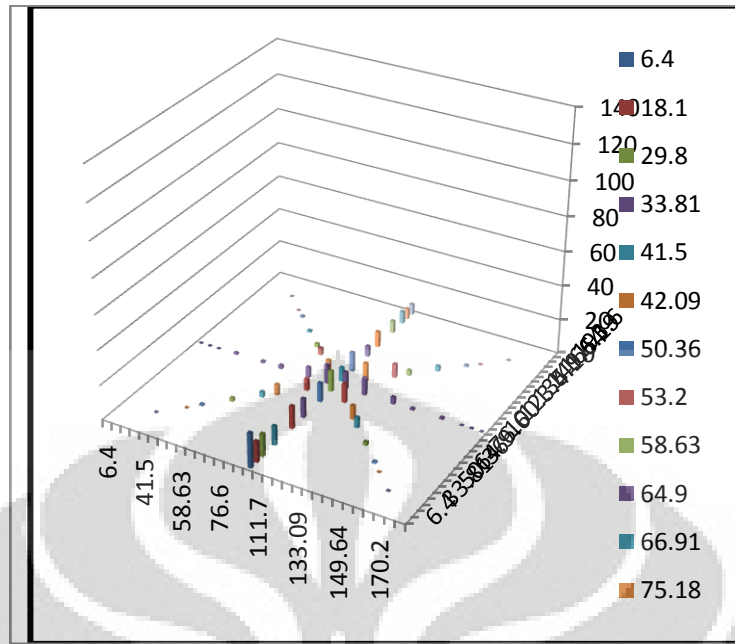
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$



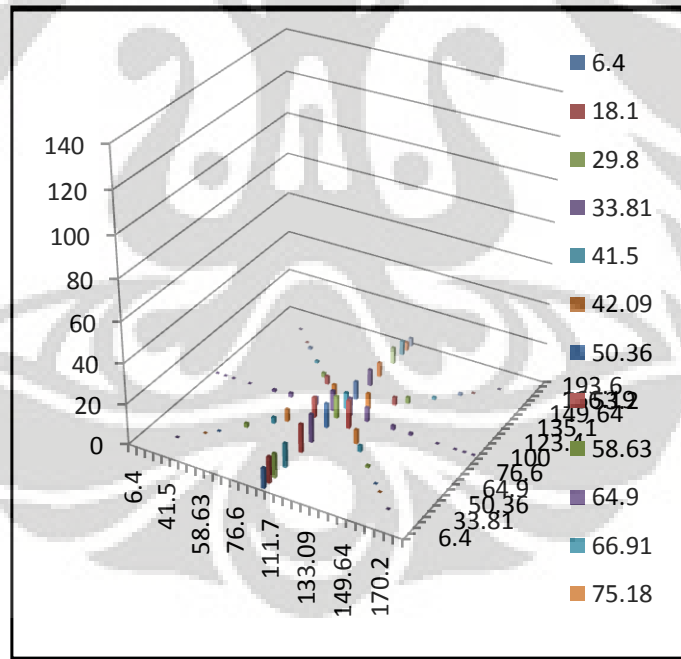
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% jarak tengah semburan horizontal. sudut $\theta = 0^\circ$



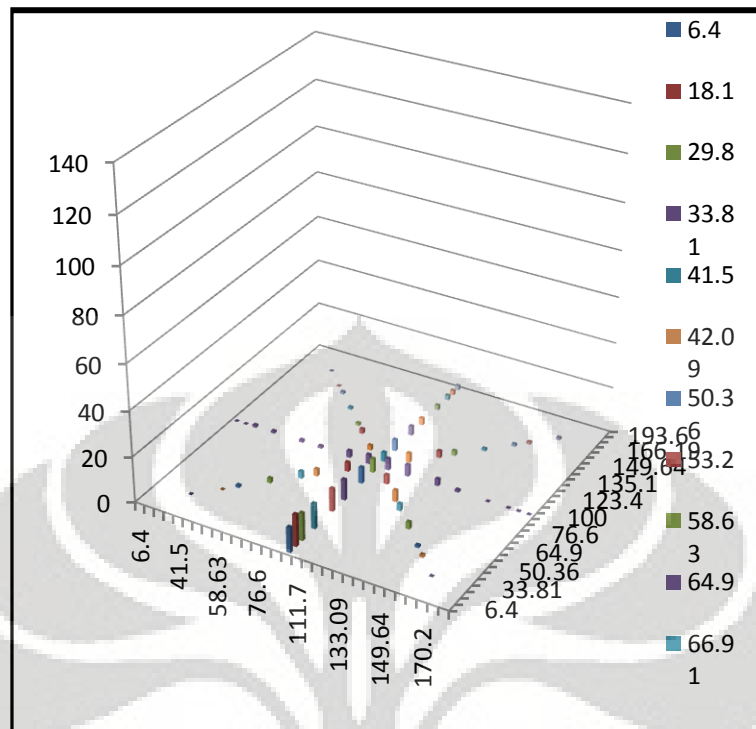
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% jarak jauh semburan horizontal. sudut $\theta = 0^\circ$



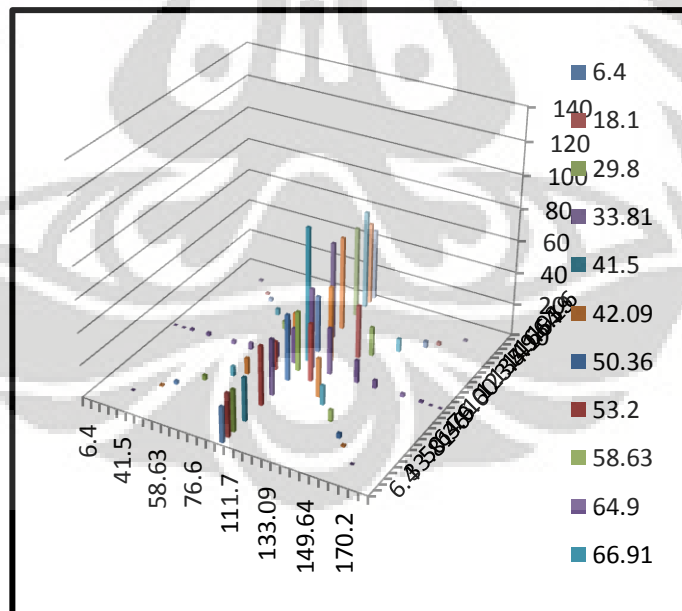
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37,5% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



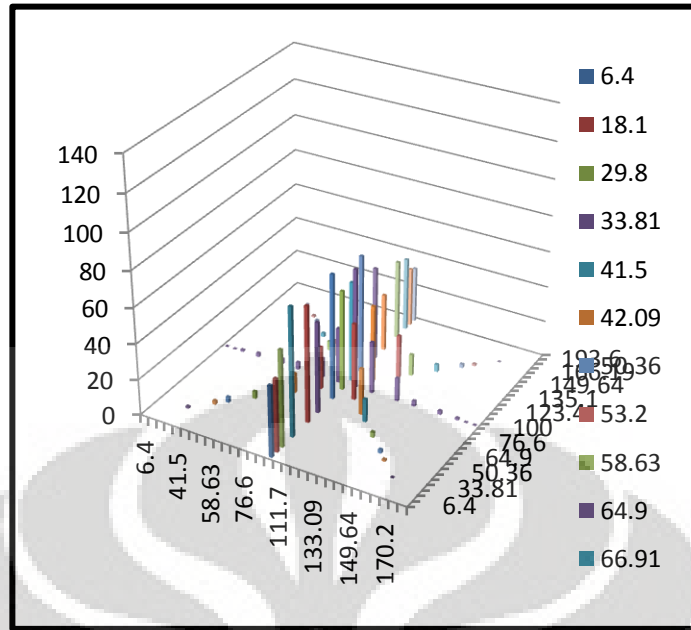
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37,5% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



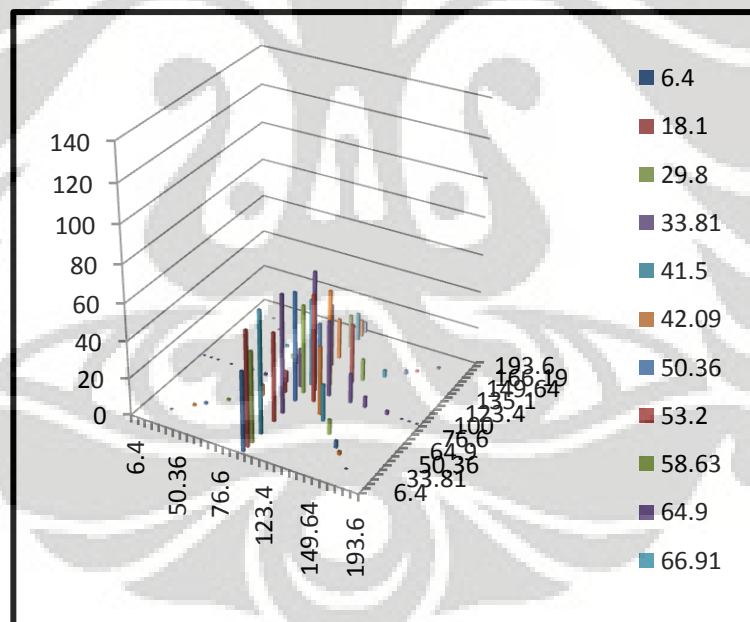
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37,5% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



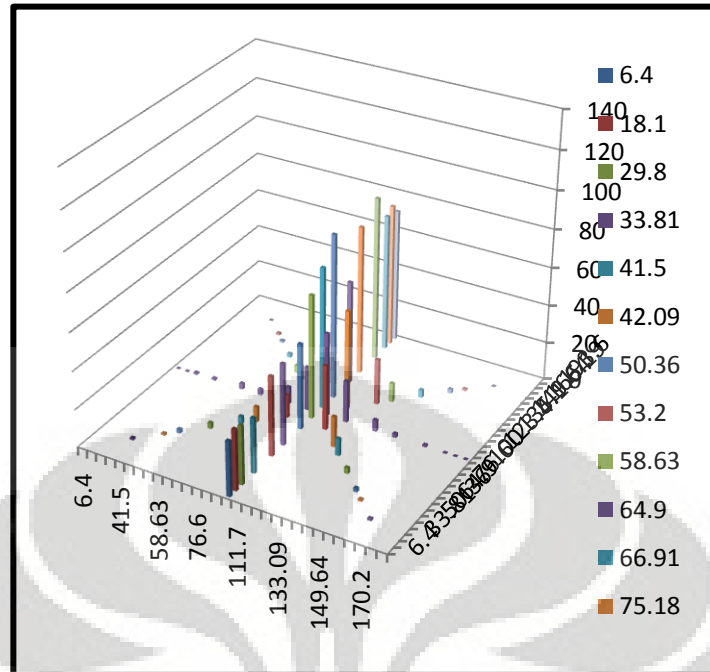
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 50% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



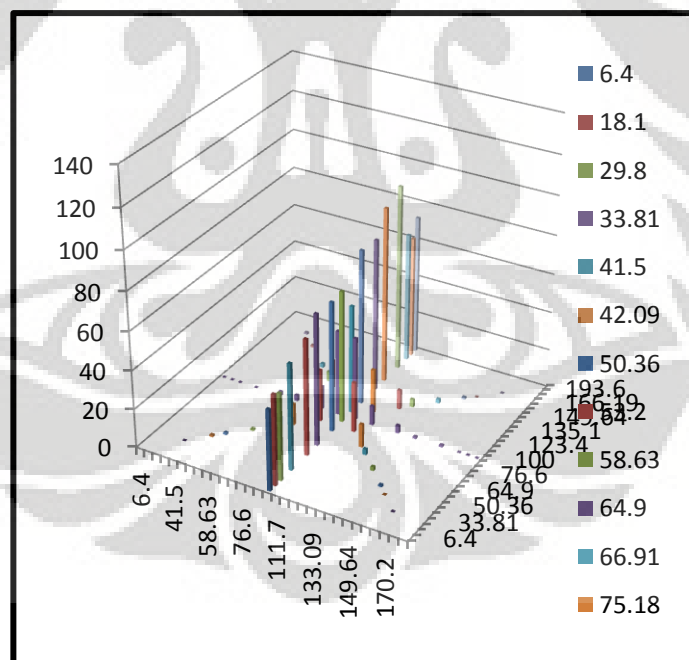
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 50% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



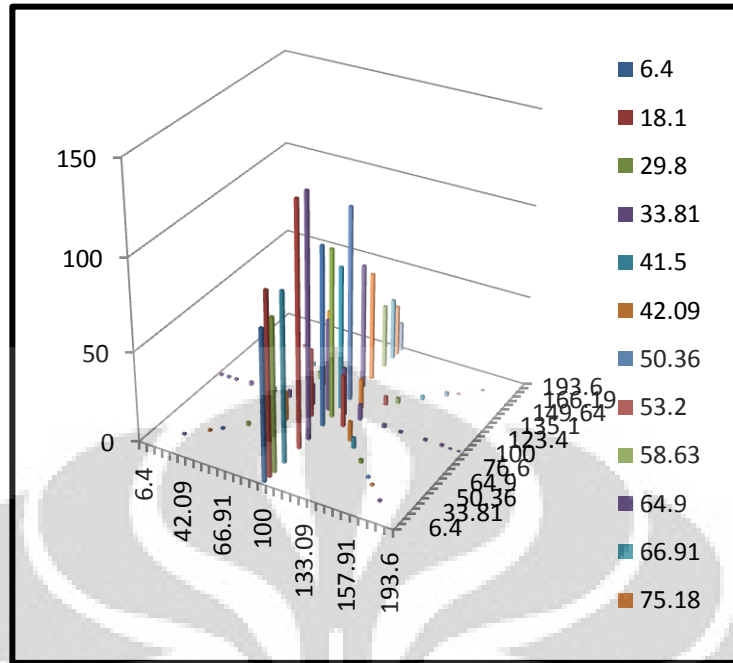
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 50% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



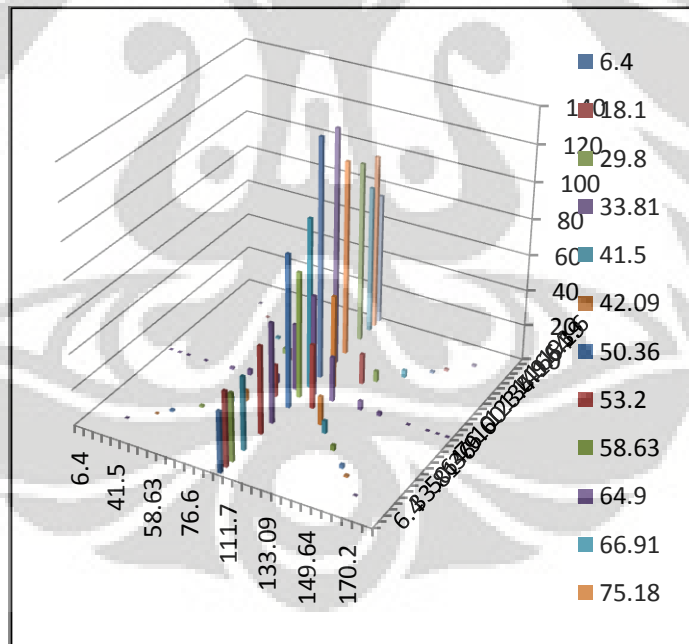
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 62,5% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



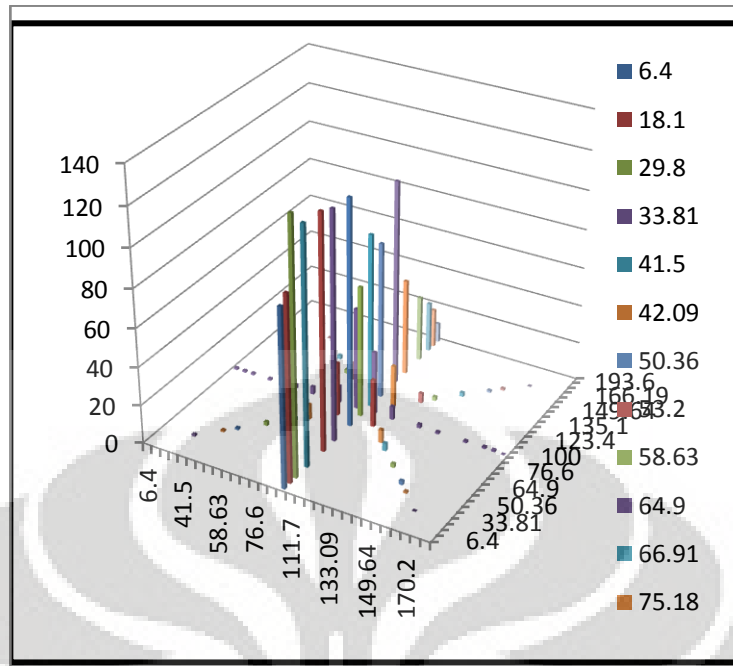
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 62,5% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



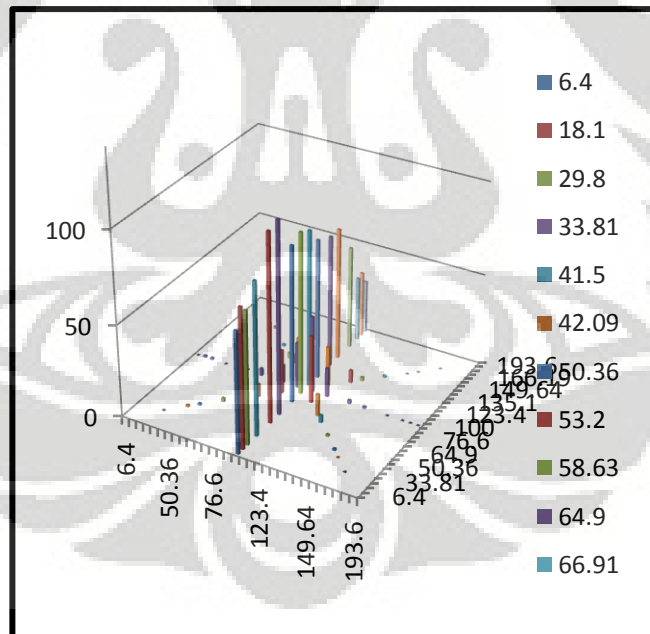
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 62,5% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



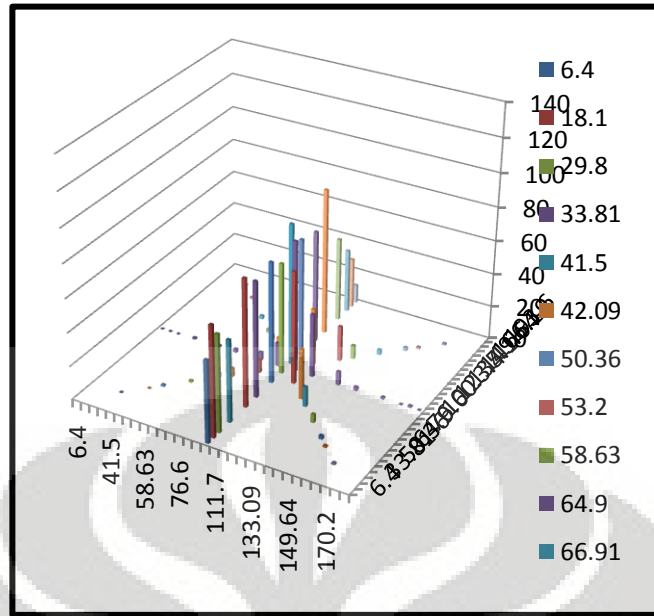
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 75% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



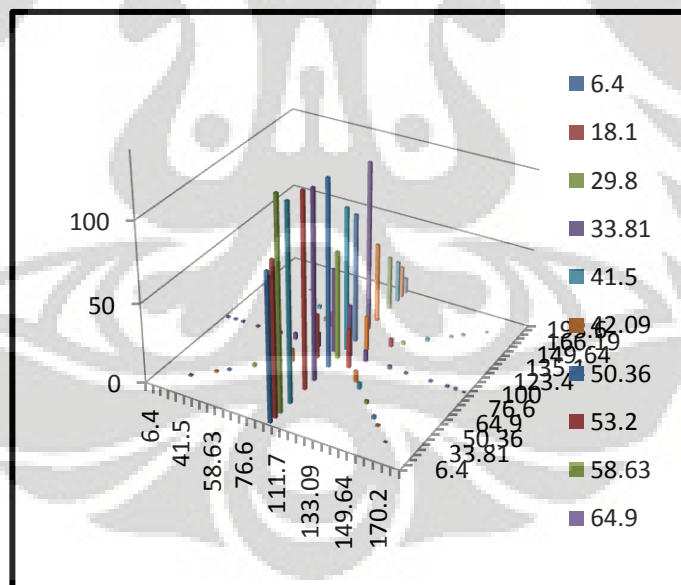
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 75% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



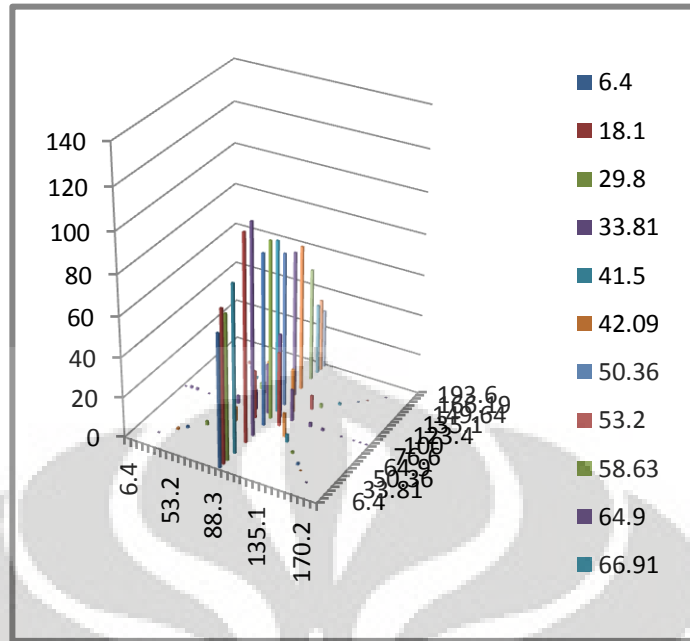
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 75% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



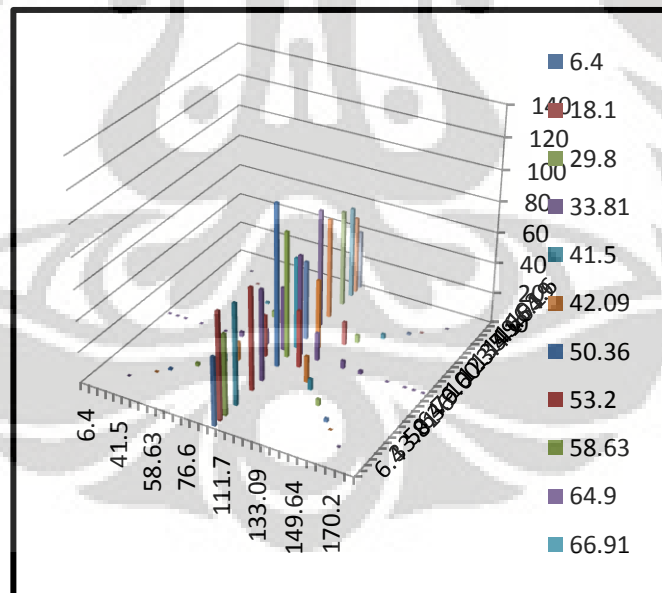
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 87,5% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



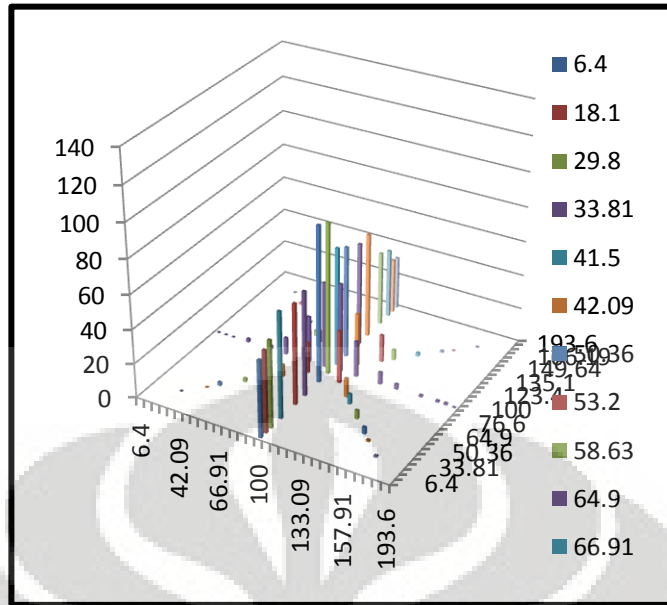
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 87,5% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



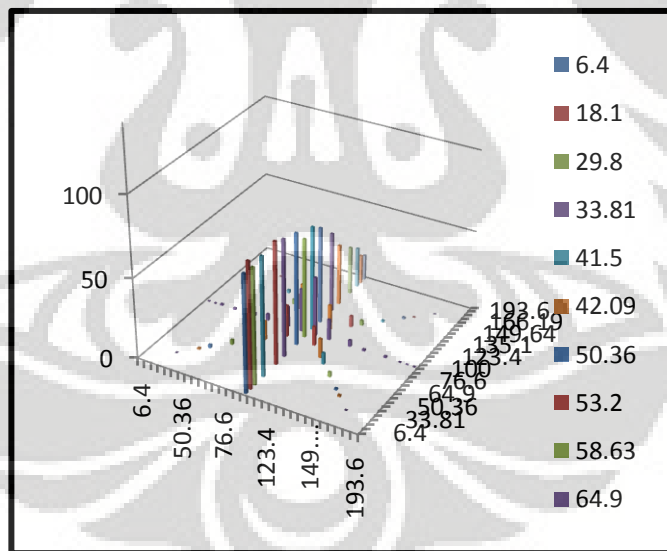
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 87,5% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



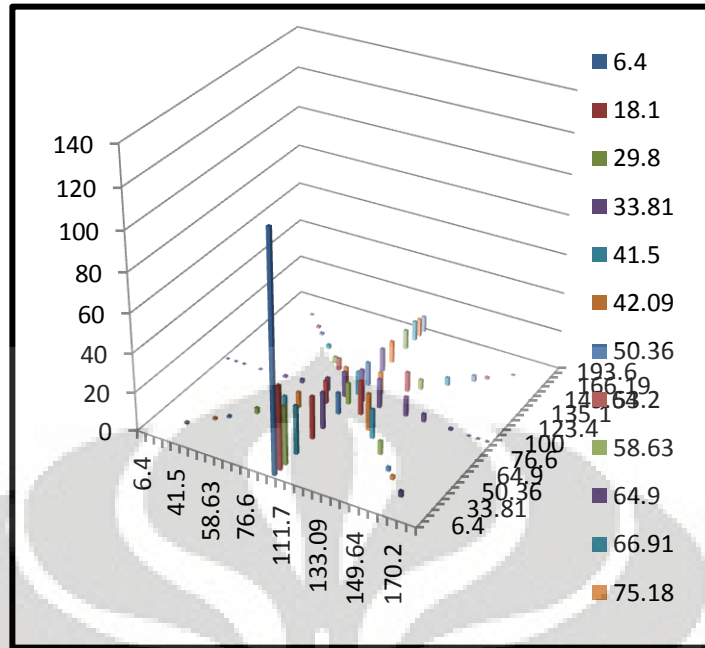
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 100% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



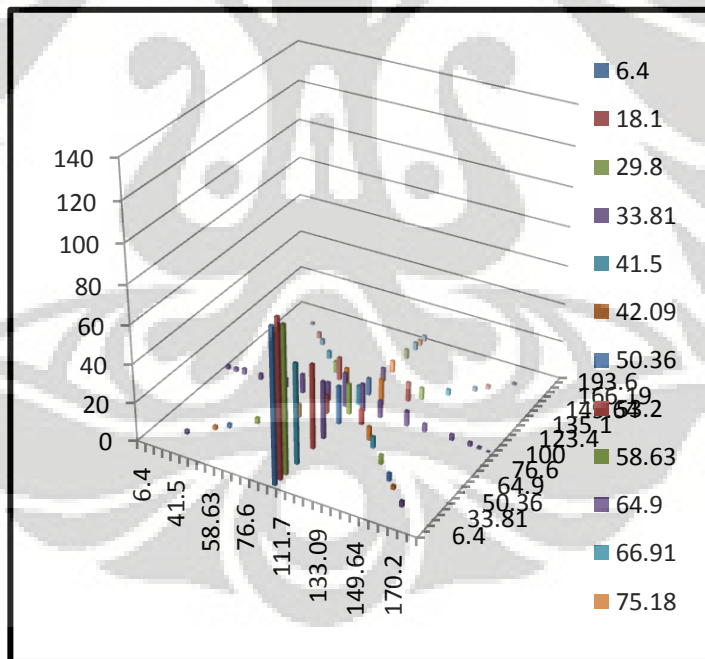
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 100% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



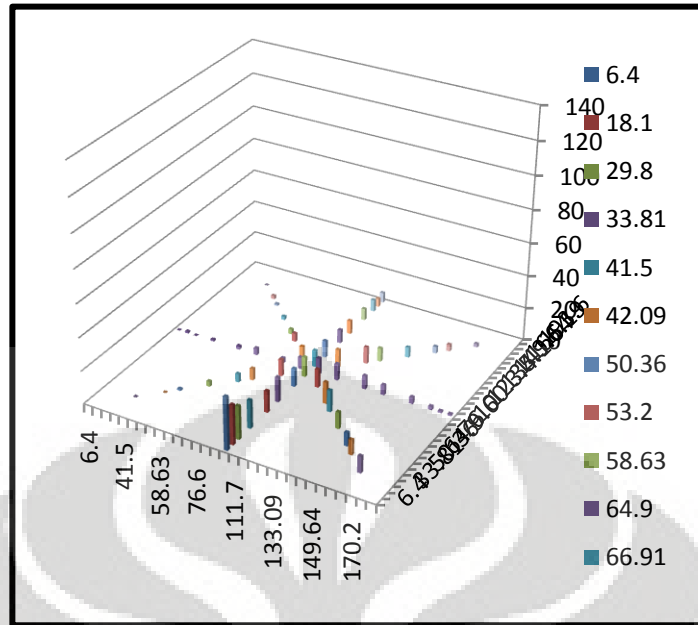
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 100% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 0^\circ$.



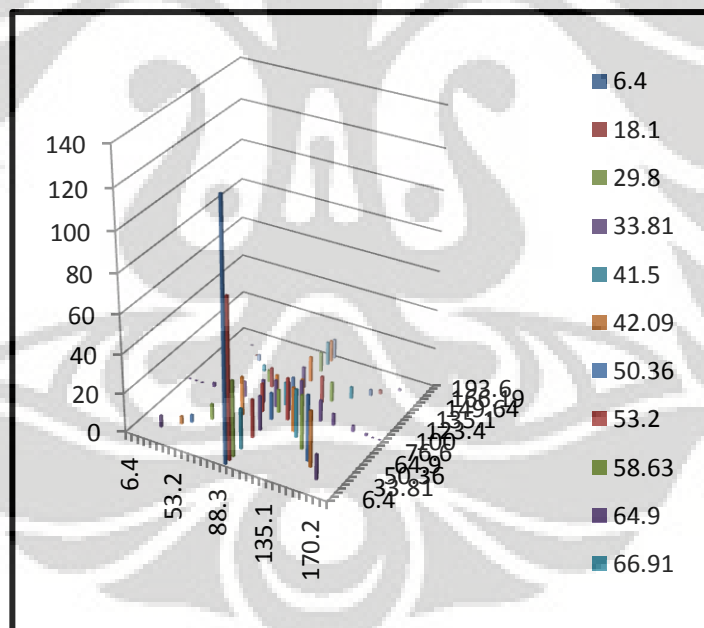
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



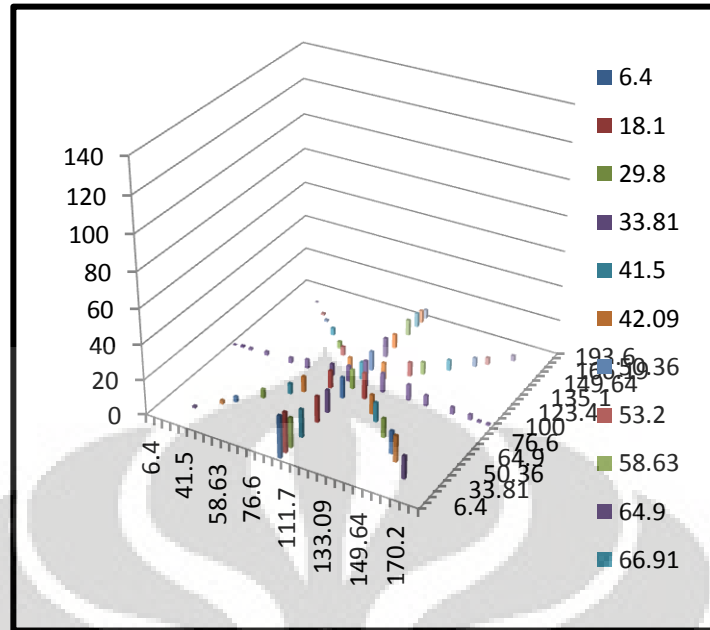
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



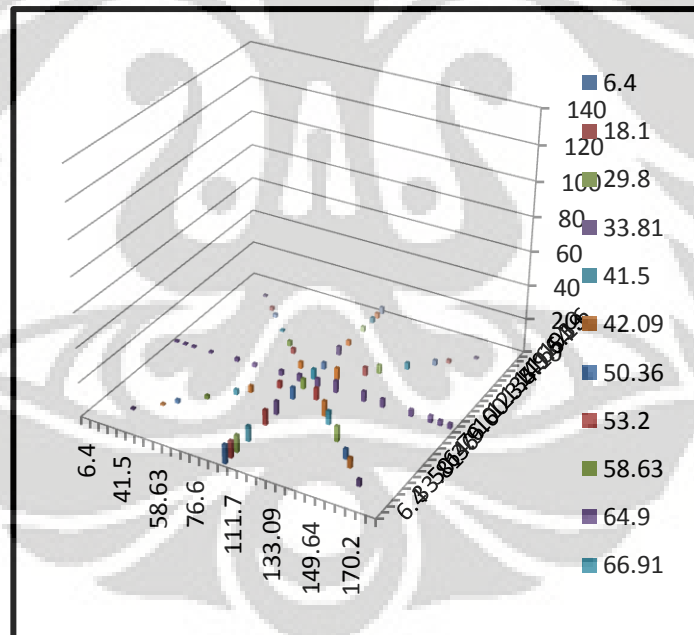
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



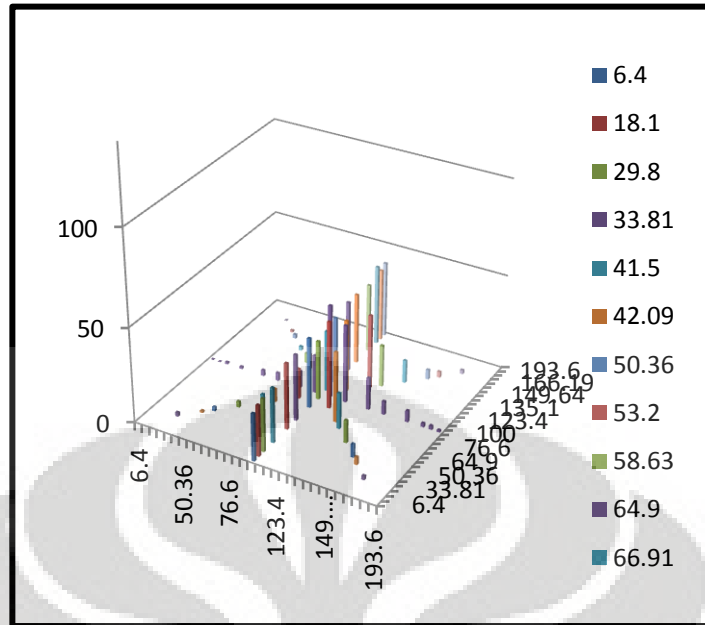
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37.5% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



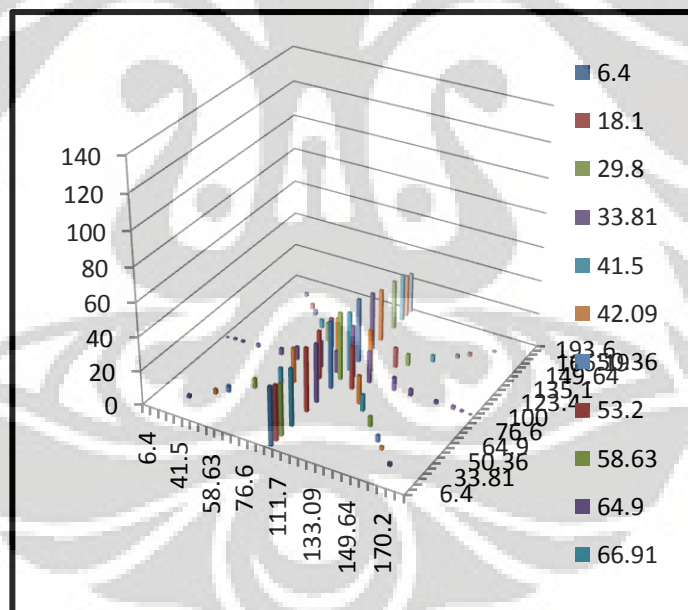
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37.5% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



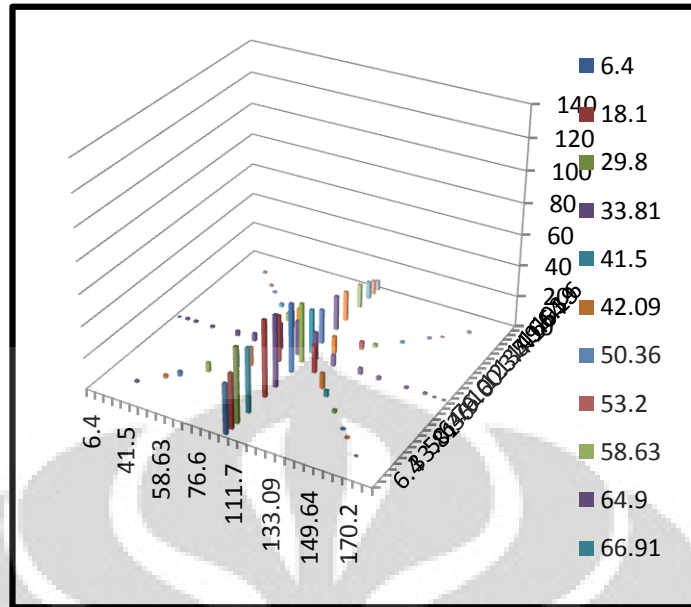
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37.5% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



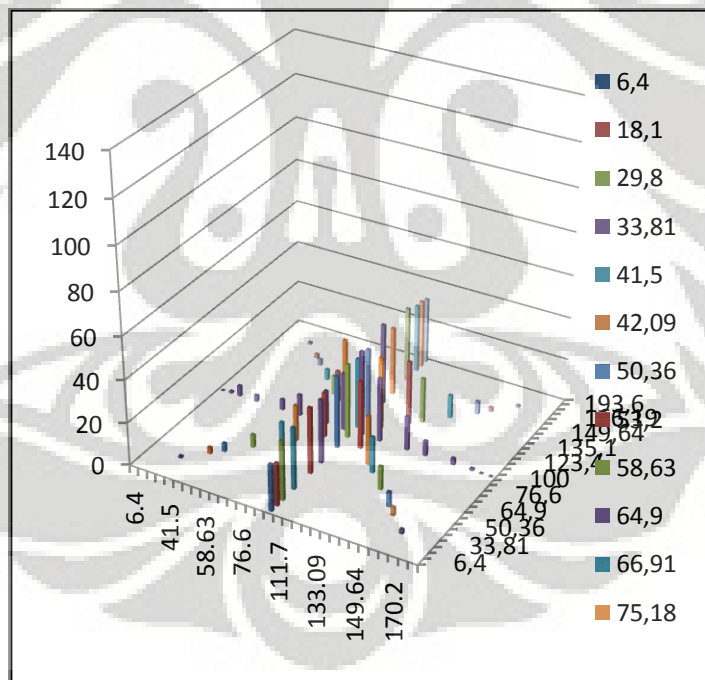
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 50% jarak dekat semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



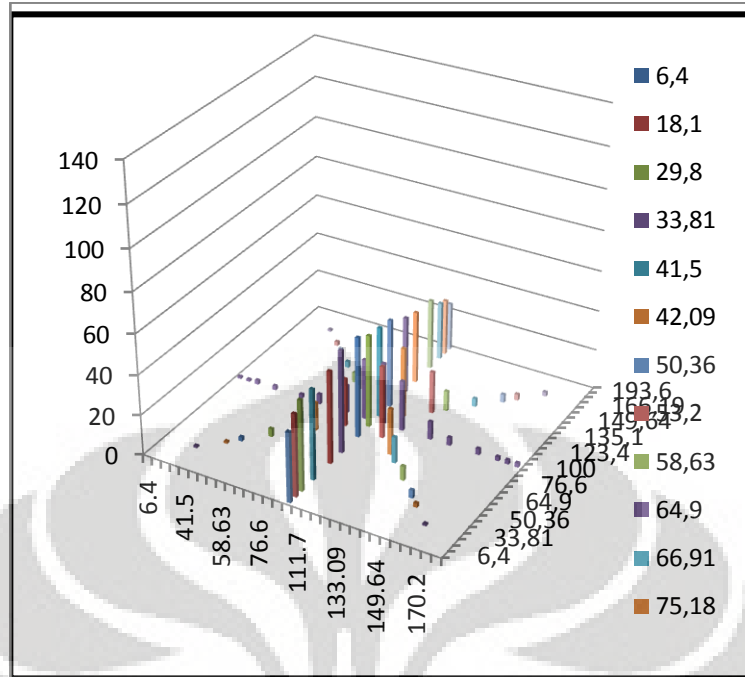
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 50% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



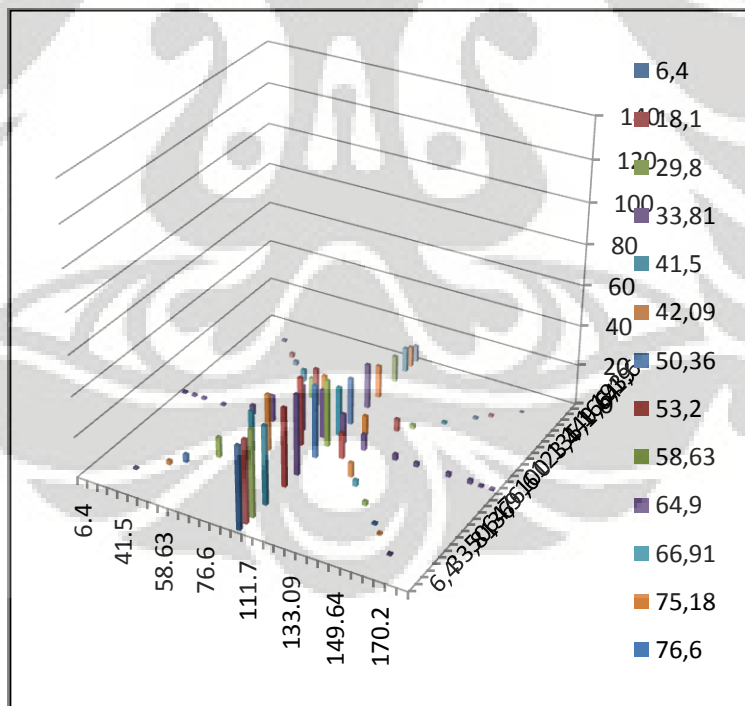
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 50% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



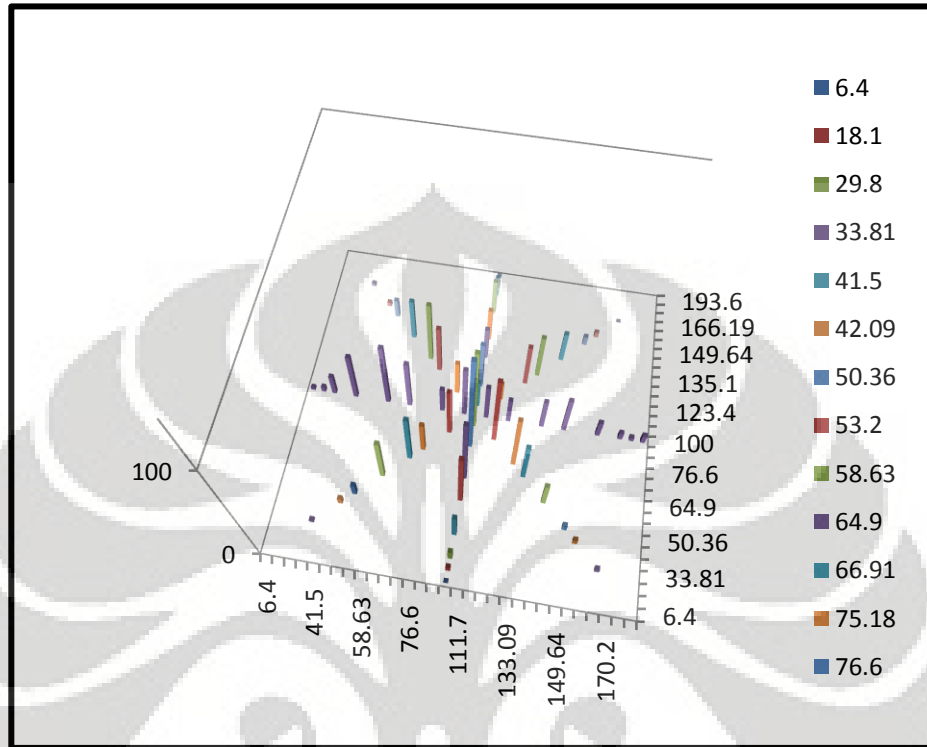
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 75% jarak jauh semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



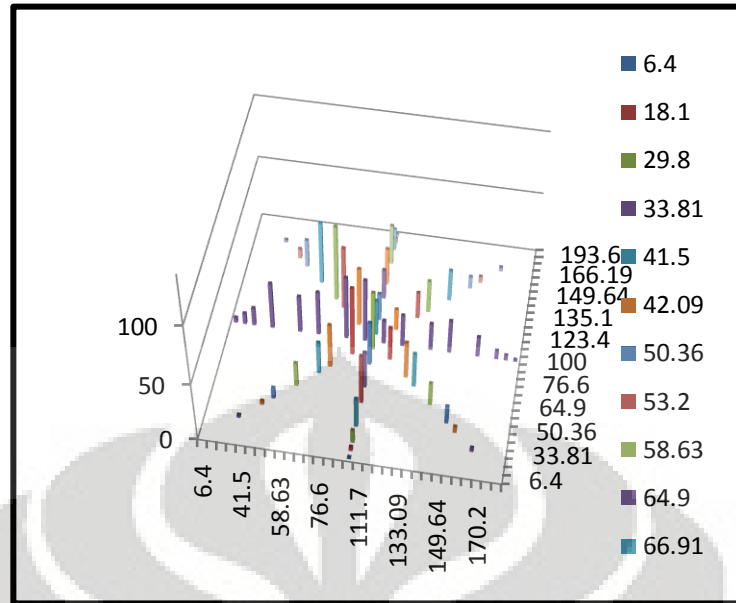
Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 75% jarak tengah semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 75% jauh semburan horizontal sudut $\theta = 5^\circ$.



Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 25% vertikal



Gambar Pola umum sebaran air pada semburan 37,5% vertikal

Lampiran 3. Data sebaran air pada garis

lurus searah semburan

Data sebaran air garis lurus searah semburan pada semburan 25% sudut $\theta = 0^\circ$

Titik	Jarak Dekat	Jarak Tengah	Jarak Jauh
	Volume (ml)	Volume (ml)	Volume (ml)
8	89	45	32
9	111	27	23
10	41	20	17
11	26	16	17
12	22	14	14
13	20	12	15
14	17	12	14
15	12	11	13
46	13	8	15
47	12	12	15
48	10	11	16
49	10	10	13
50	10	9	15
51	8	9	13
52	9	7	13
53	7	6	13