

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 DATA HASIL PERCOBAAN

Setelah dilakukan percobaan, maka selanjutnya data dimasukkan ke dalam tabel pengambilan data. Data yang diambil adalah indikator aliran udara (mm) pada berbagai kondisi ring dan variabel indikator aliran gas propana. Untuk pengukuran tinggi nyala api lift up dilakukan dengan menggunakan mistar baja dan dicatat pada tabel yang sama. Setelah semua data didapat maka akan menghasilkan tabel diberikan pada lampiran A.

4.2 PENGOLAHAN DATA

Data yang telah diperoleh dari hasil percobaan kemudian diolah untuk mendapatkan nilai dari parameter-parameter yang diprediksikan mempunyai hubungan dengan panjang nyala. Contoh perhitungan untuk mendapatkan parameter yang dicari diberikan pada lampiran B. Parameter tersebut antara lain burning load, AFR, bilangan Froud, Bilangan Lewis serta Reynold. Hasil perhitungan tersebut ditabulasikan dalam bentuk tabel berikut

4.2.1 Tabel Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.1 Tabel AFR dan *Burning Load* tanpa menggunakan ring

indikator aliran gas (cm)	Kapasitas aliran gas (m ³ /s)	indikator aliran udara (cm)	Kapasitas aliran udara (m ³ /s)	AFR
0.5	0.000019	19.5	0.777	36.99
1	0.000021	20.5	0.817	35.53
1.5	0.000023	21.7	0.854	34.18
2	0.000025	22.8	0.888	32.90
2.5	0.000027	23.8	0.915	31.56
3	0.000029	24.6	0.743	39.10

Tabel 4.2 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_r = 7$ mm dan $x = 10$ mm)

ketinggian ring (mm)	indikator aliran gas (cm)	Kapasitas aliran gas ($\times 10^{-3}$ (m ³ /s))	Mass flow gas (mg)	Kapasitas aliran udara ($\times 10^{-3}$ (m ³ /s))	Mass flow Udara (kg/s)	Densitas Camp (pc)	Kec. Udara (va)	Kec Camp (vc)	Visc Camp (μ c)	Fraksi mol fuel	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load (kJ/m ² s)
10	0.5	0.019	0.035	0.794	0.976	1.244	5.158	5.281	0.00000108	0.0227	10.417	85.096	203	41.77	10.417
	1.0	0.021	0.038	0.834	1.026	1.244	5.422	5.558	0.00000114	0.0238	11.513	85.313	225	39.72	11.513
	1.5	0.023	0.042	0.865	1.063	1.245	5.619	5.769	0.00000120	0.0252	12.610	83.963	242	37.59	12.610
	2.0	0.025	0.046	0.902	1.109	1.246	5.861	6.023	0.00000125	0.0262	13.706	84.255	264	36.07	13.706
	2.5	0.027	0.049	0.939	1.155	1.246	6.103	6.278	0.00000129	0.0271	14.803	84.787	287	34.78	14.803
	3.0	0.029	0.053	0.963	1.184	1.247	6.256	6.445	0.00000135	0.0284	15.899	83.237	302	33.19	15.899

Tabel 4.3 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 7$ mm dan $x = 20$ mm)

ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flow gas	Kapasitas aliran udara	Mass flow Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol <i>fuel</i>	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
X	(cm)	vg	mg	va	ma	pc	va	vc	μ	χ	Re	Fr	Le	AFR	BL
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	m/s	m/s	kg/(ms)	%				%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,787	0,968	1,244	5,114	5,237	0,00000109	0,0229	83,694	200	0,120	41,41	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,811	0,997	1,245	5,268	5,404	0,00000117	0,0245	80,682	213	0,117	38,60	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,841	1,034	1,246	5,465	5,615	0,00000123	0,0258	79,571	230	0,112	36,56	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,881	1,084	1,246	5,729	5,892	0,00000127	0,0268	80,630	253	0,107	35,26	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,919	1,130	1,247	5,971	6,146	0,00000132	0,0277	81,286	275	0,103	34,02	14,803
	3,0	0,029	0,053	0,946	1,163	1,248	6,146	6,335	0,00000138	0,0289	80,442	292	0,100	32,61	15,899

Tabel 4.4 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($Do = 30$ mm; $d_{ir} = 7$ mm dan $x = 30$ mm)

ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flow gas	Kapasitas aliran udara	Mass flow Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol <i>fuel</i>	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
X	(cm)	vg	mg	va	ma	pc	va	vc	μ	χ	Re	Fr	Le	AFR	BL
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	m/s	m/s	kg/(ms)	%				%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,773	0,951	1,244	5,026	5,150	0,00000111	0,0233	80,923	193	0,122	40,70	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,804	0,989	1,245	5,224	5,360	0,00000118	0,0247	79,383	209	0,118	38,27	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,831	1,022	1,246	5,400	5,549	0,00000125	0,0261	77,725	224	0,114	36,12	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,871	1,072	1,246	5,663	5,826	0,00000129	0,0271	78,847	247	0,108	34,85	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,902	1,109	1,247	5,861	6,036	0,00000134	0,0282	78,424	265	0,104	33,40	14,803
	3,0	0,029	0,053	0,929	1,142	1,248	6,037	6,225	0,00000140	0,0294	77,695	282	0,101	32,03	15,899

Tabel 4.5 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le, AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 7$ mm dan $x = 40$ mm)

Ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flow gas	Kapasitas aliran udara	Mass flow Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol fuel	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^2/s)	mg	$\times 10^{-3}$ (m^2/s)	kg/s	kg/m ³	va	vc	μc	$\%$	Re	Fr	Le	%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,767	0,943	1,244	4,982	5,106	0,00000112	0,0235	79,556	190	0,124	40,35	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,794	0,976	1,245	5,158	5,294	0,00000119	0,0250	77,454	204	0,119	37,79	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,831	1,022	1,246	5,400	5,549	0,00000125	0,0261	77,725	224	0,114	36,12	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,865	1,063	1,247	5,619	5,782	0,00000130	0,0273	77,670	243	0,109	34,58	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,895	1,101	1,247	5,817	5,992	0,00000135	0,0284	77,294	261	0,105	33,15	14,803
	3,0	0,029	0,053	0,922	1,134	1,248	5,993	6,181	0,00000141	0,0296	76,609	278	0,102	31,79	15,899

Tabel 4.6 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $D_i = 10$ mm dan $x = 10$ mm)

keinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flow gas	Kapasitas aliran udara	Mass flow Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol fuel	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^2/s)	mg	$\times 10^{-3}$ (m^2/s)	kg/s	kg/m ³	va	vc	μc	$\%$	Re	Fr	Le	%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,811	0,997	1,221	5,268	5,493	0,00000108	0,0222	10,417	86,887	220	42,66	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,854	1,051	1,220	5,553	5,802	0,00000113	0,0233	11,513	87,360	245	40,69	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,888	1,093	1,220	5,773	6,045	0,00000120	0,0245	12,610	86,230	266	38,62	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,912	1,122	1,219	5,927	6,223	0,00000125	0,0259	13,706	85,190	282	36,48	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,942	1,159	1,219	6,125	6,444	0,00000129	0,0270	14,803	85,088	302	34,90	14,803
	3,0	0,029	0,053	0,963	1,184	1,218	6,256	6,599	0,00000135	0,0284	15,899	83,237	317	33,19	15,899

Tabel 4.7 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 10$ mm dan $x = 20$ mm)

Kelinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol fuel	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
X		vg	mg	va	ma	pc	va	vc	μ	χ	Re	Fr	Le	AFR	BL
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	m/s	m/s	kg/(ms)					%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,807	0,993	1,221	5,246	5,471	0,00000109	0,0223	85,825	218	0,115	42,48	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,841	1,034	1,220	5,465	5,714	0,00000117	0,0236	83,671	238	0,110	40,04	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,868	1,068	1,219	5,641	5,913	0,00000123	0,0251	82,095	255	0,107	37,74	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,898	1,105	1,219	5,839	6,135	0,00000127	0,0263	82,154	274	0,103	35,94	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,942	1,159	1,219	6,125	6,444	0,00000132	0,0270	83,348	302	0,098	34,90	14,803
3,0	0,029	0,053	0,963	1,184	1,218	6,256	6,599	0,00000137	0,0284	81,857	317	0,096	33,19	15,899	

Tabel 5.8 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 10$ mm dan $x = 30$ mm)

Kelinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol BBG	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
X		vg	mg	va	ma	pc	va	vc	μ	χ	Re	Fr	Le	AFR	BL
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	m/s	m/s	kg/(ms)					%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,753	0,926	1,220	4,894	5,119	0,00000111	0,0239	78,827	191	0,123	39,63	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,790	0,972	1,219	5,136	5,384	0,00000118	0,0251	78,065	211	0,117	37,63	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,841	1,034	1,219	5,465	5,738	0,00000124	0,0258	78,660	240	0,110	36,56	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,871	1,072	1,219	5,663	5,959	0,00000129	0,0271	78,847	259	0,106	34,85	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,892	1,097	1,218	5,795	6,114	0,00000134	0,0285	77,556	272	0,103	33,02	14,803
3,0	0,029	0,053	0,936	1,151	1,218	6,081	6,424	0,00000140	0,0292	78,251	300	0,098	32,26	15,899	

Tabel 4.9 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le, AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 10$ mm dan $x = 40$ mm)

Ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol f_{fuel}	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	mg	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	va	vc	μc	χ	Re	Fr	Le	%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,750	0,922	1,220	4,872	5,097	0,00000112	0,0240	77,824	189	0,124	39,46	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,780	0,959	1,219	5,070	5,318	0,00000119	0,0254	76,152	206	0,119	37,15	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,817	1,005	1,219	5,312	5,584	0,00000125	0,0266	76,478	227	0,113	35,53	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,861	1,059	1,218	5,597	5,893	0,00000130	0,0274	77,370	253	0,107	34,45	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,892	1,097	1,218	5,795	6,114	0,00000135	0,0285	77,007	272	0,103	33,02	14,803
3,0	0,029	0,053	0,929	0,929	1,142	1,218	6,037	6,380	0,00000141	0,0294	77,162	296	0,099	32,03	15,899

Tabel 4.10 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan Burning Load dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 14$ mm dan $x = 10$ mm)

Ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol f_{fuel}	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	mg	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	va	vc	μc	χ	Re	Fr	Le	%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,790	0,972	1,213	5,206	5,391	0,00000108	0,0228	84,738	212	0,121	41,59	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,821	1,009	1,197	5,482	5,690	0,00000114	0,0242	83,947	236	0,115	39,08	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,868	1,068	1,218	5,699	5,923	0,00000120	0,0251	84,287	255	0,111	37,74	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,902	1,109	1,232	5,849	6,089	0,00000125	0,0262	84,255	270	0,108	36,07	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,939	1,155	1,242	6,043	6,300	0,00000129	0,0271	84,787	289	0,104	34,78	14,803
3,0	0,029	0,053	0,969	0,969	1,192	1,256	6,172	6,445	0,00000135	0,0282	83,813	302	0,102	33,43	15,899

Tabel 4.11 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 14$ mm dan $x = 20$ mm)

Ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol χ_{fuel}	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
X	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	mg	va	ma	pc	va	vc	μc	χ	Re	Fr	Le	AFR	BL
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	m/s	m/s	kg/(ms)					%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,760	0,760	0,969	5,178	5,369	0,00000109	0,0237	80,852	210	0,122	39,99	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,794	0,794	1,014	5,391	5,602	0,00000117	0,0250	79,022	228	0,117	37,79	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,827	0,827	1,060	5,562	5,791	0,00000123	0,0263	78,309	244	0,113	35,97	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,858	0,858	1,101	5,753	6,001	0,00000128	0,0275	78,496	262	0,110	34,31	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,898	0,898	1,154	6,032	6,300	0,00000132	0,0283	79,518	289	0,105	33,27	14,803
3,0	0,029	0,053	0,936	0,936	1,204	6,162	6,445	0,00000138	0,0292	79,593	302	0,102	32,26	15,899	

Tabel 4.12 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 14$ mm dan $x = 30$ mm)

Ketinggian ring	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol χ_{BBG}	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
X	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	mg	va	ma	pc	va	vc	μc	χ	Re	Fr	Le	AFR	BL
(mm)	(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	kg/s	kg/m ³	m/s	m/s	kg/(ms)					%	(kJ/m ² s)
10	0,5	0,019	0,035	0,753	0,926	1,245	4,837	5,018	0,00000111	0,0239	78,827	183	0,130	39,63	10,417
	1,0	0,021	0,038	0,780	0,959	1,230	5,070	5,272	0,00000118	0,0254	77,077	202	0,124	37,15	11,513
	1,5	0,023	0,042	0,824	1,014	1,222	5,392	5,615	0,00000125	0,0264	77,101	230	0,117	35,83	12,610
	2,0	0,025	0,046	0,858	1,055	1,228	5,585	5,826	0,00000129	0,0275	77,641	247	0,113	34,31	13,706
	2,5	0,027	0,049	0,892	1,097	1,247	5,714	5,970	0,00000134	0,0285	77,556	260	0,110	33,02	14,803
3,0	0,029	0,053	0,922	1,134	1,230	5,990	6,269	0,00000140	0,0296	77,138	286	0,105	31,79	15,899	

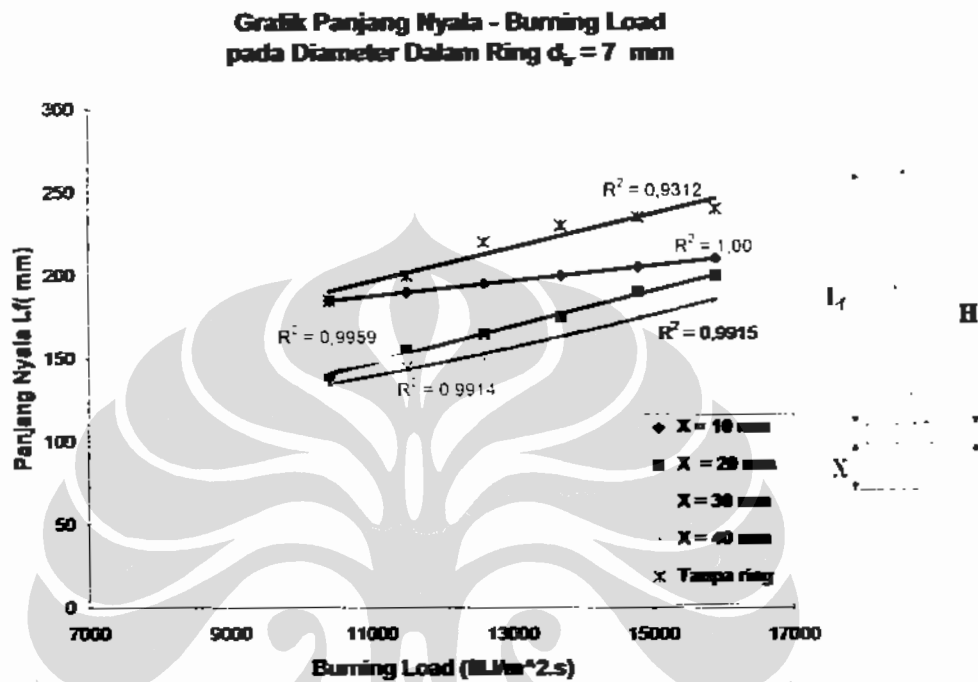
Tabel 4.13 Tabel Fraksi mol, bilangan Re, Fr, Le AFR dan *Burning Load* dengan menggunakan ring ($d_{or} = 30$ mm; $d_{ir} = 14$ mm dan $x = 40$ mm)

ketinggian ring	X	indikator aliran gas	Kapasitas aliran gas	Mass flw gas	Kapasitas aliran udara	Mass flw Udara	Densitas Camp	Kec. Udara	Kec Camp	Visc Camp	Fraksi mol fuel	Bil. Reynold	Bil. Froud	Bil. Lewis	AFR	Burning Load
		(cm)	$\times 10^{-3}$ (m^3/s)	mg	va	ma	pc	va	vc	μc	χ	Re	Fr	Lc	%	(kJ/m^2s)
10	0,5	0,019	0,035	0,740	0,910	1,228	4,813	4,996	0,00000112	0,0243	76,784	182	0,131	38,92	10,417	
	1,0	0,021	0,038	0,773	0,951	1,235	5,005	5,207	0,00000119	0,0257	75,501	197	0,126	36,82	11,513	
	1,5	0,023	0,042	0,807	0,993	1,231	5,240	5,461	0,00000125	0,0269	75,542	217	0,120	35,09	12,610	
	2,0	0,025	0,046	0,844	1,038	1,223	5,518	5,760	0,00000130	0,0279	75,874	242	0,114	33,77	13,706	
	2,5	0,027	0,049	0,881	1,084	1,234	5,712	5,970	0,00000135	0,0289	76,144	260	0,110	32,65	14,803	
	3,0	0,029	0,053	0,919	1,130	1,235	5,947	6,225	0,00000141	0,0297	76,333	282	0,106	31,68	15,899	

4.3 ANALISA PANJANG NYALA API LIFT UP

4.3.1 Pengaruh Burning Load dan Posisi terhadap Panjang Nyala Api Lift Up

Pengaruh burning load dan posisi ring terhadap panjang nyala api lift up pada diameter dalam ring 7 mm ($d_w = 7$ mm) ditampilkan pada Grafik 4.1 dan 4.2.

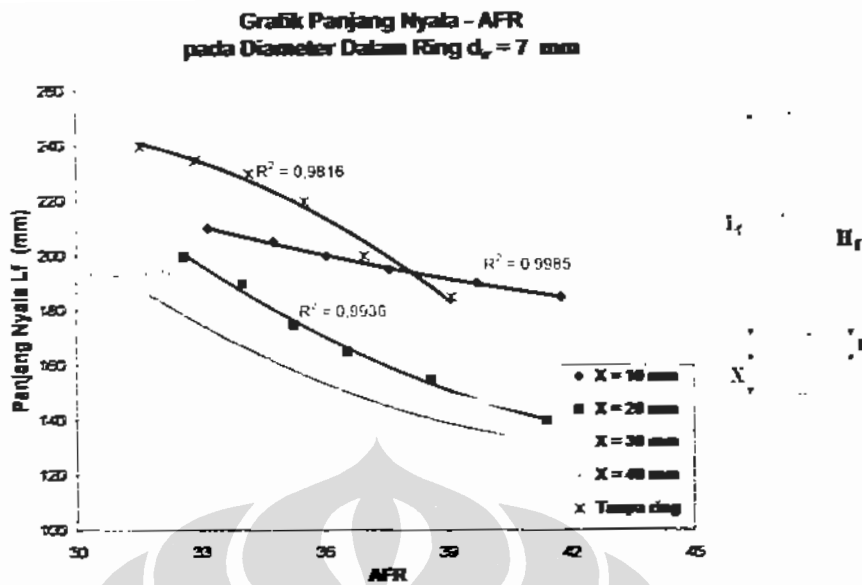


Grafik 4.1 Grafik panjang nyala api lift up terhadap *Burning Load* (BL) untuk diameter dalam ring (d_w) = 7 mm.

dengan naiknya burning load. Hasil ini memperlihatkan kesesuaian dengan persamaan Roke bahwa panjang nyala meningkat seiring dengan naiknya fraksi massa bahan bakar atau dalam hal ini laju bahan bakar bertambah.

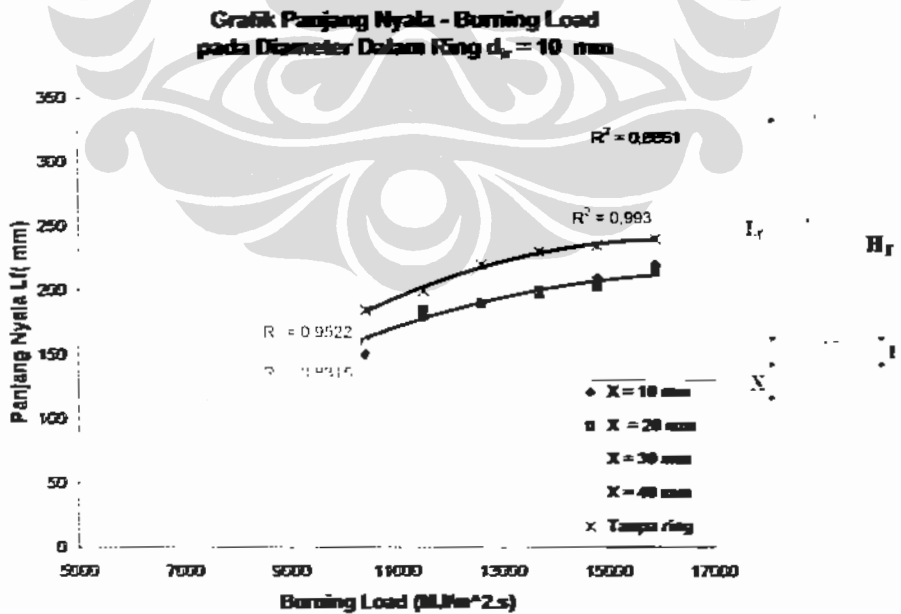
Dengan adanya ring ternyata panjang nyala menjadi lebih pendek dibandingkan tanpa ring. Hal ini diprediksi karena ring tersebut menghambat laju aliran campuran sehingga sebagian campuran menyebarkan dan terbakar ditepi ring serta membentuk daerah sirkulasi pada bagian atas ring.

Peningkatan AFR pada nyala api lift up diikuti dengan penurunan panjang nyala api seperti pada Grafik 4.2. Hal ini dikarenakan naiknya AFR berarti ada penambahan udara lebih besar sehingga difusitas bahan bakar dan udara menjadi lebih homogen sehingga pembakarannya menjadi lebih sempurna. Pada AFR yang tinggi panjang nyala cenderung terjadi pada posisi ring yang terjauh yaitu 40 mm.

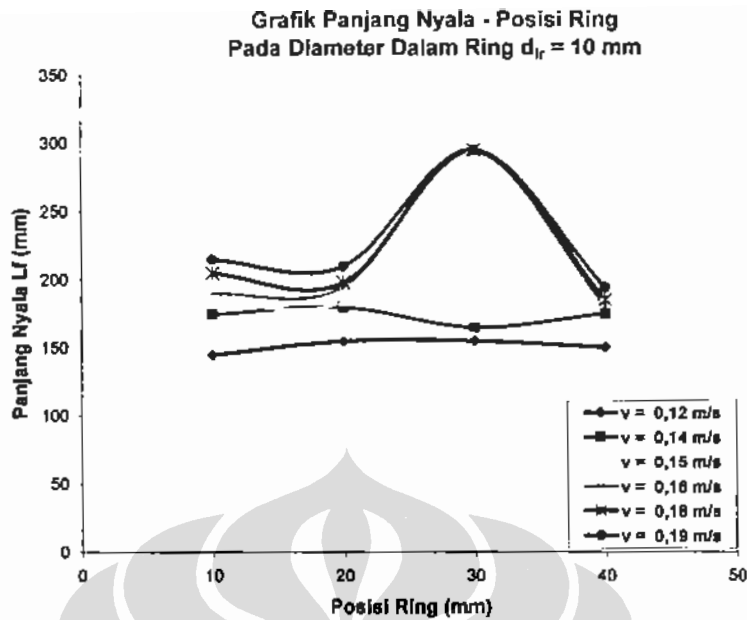


Grafik 4.2. Grafik panjang nyala api lift up terhadap Burner Load (BL) untuk diameter dalam ring (d_{ir}) = 7 mm.

Pengaruh burning load dan posisi ring terhadap panjang nyala api lift up pada diameter dalam ring 10 mm ($d_{ir} = 10$ mm) diperlihatkan pada Grafik 5.3 dan 5.4.



Grafik 4.3 Grafik panjang nyala api lift up terhadap *Burning Load* (BL) untuk diameter dalam ring (d_{ir}) = 10 mm.

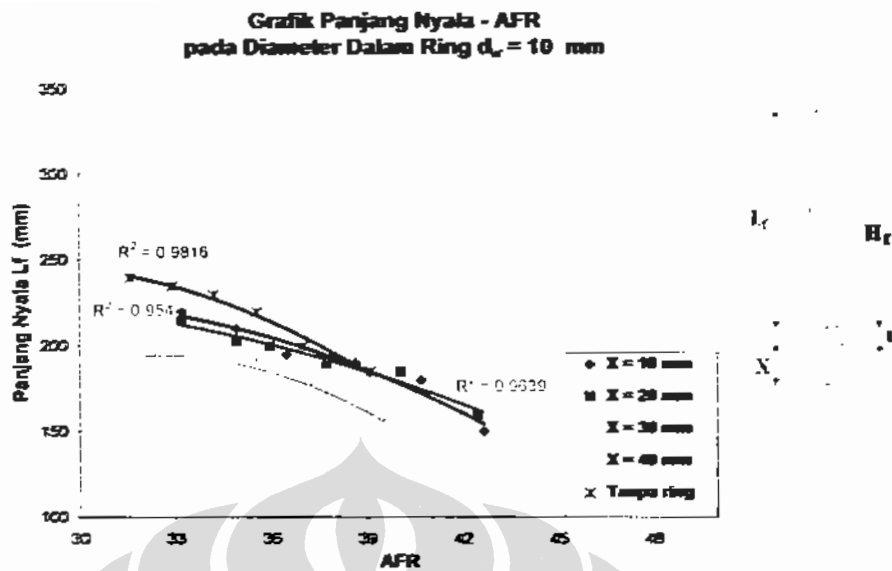


Grafik 4.4. Grafik panjang nyala api lift up terhadap posisi ring untuk diameter dalam ring $d_{ir} = 10$ mm.

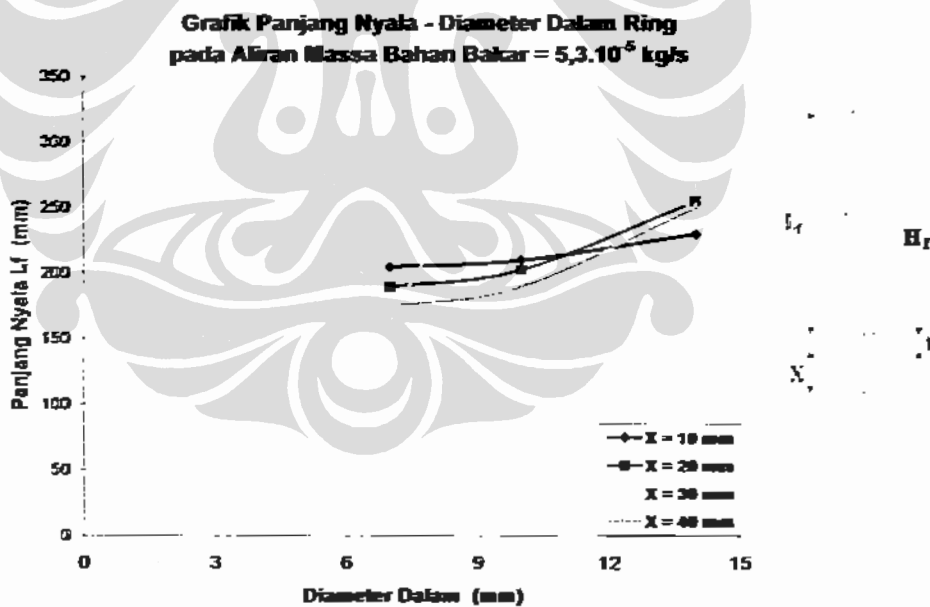
Panjang nyala api lift up cenderung meningkat seiring dengan kenaikan burning load seperti halnya pada diameter ring 7 mm. Namun tidak seperti pada Grafik 4.1, pada Grafik 4.3 tampak terjadi kenaikan panjang nyala api yang drastis pada posisi ring 30 mm dan laju kecepatan bahan bakar yang tinggi diatas 0,136 m/s. Hal ini tampak lebih jelas pada Grafik 4.4. Hal ini diprediksikan pada kecepatan campuran pada $X = 30$ mm menimbulkan daerah resirkulasi yang baik sehingga momentum aliran yang terjadi memberikan homogenitas campuran yang sempurna untuk memberikan kontribusi peningkatan panjang nyala yang besar.

Panjang nyala api lift up juga terlihat cenderung menurun seiring dengan meningkatnya AFR seperti yang terlihat pada Grafik 4.5.

Panjang nyala terbesar terjadi pada posisi ring 30 mm dan AFR yang rendah yang menunjukkan turunnya jumlah bahan bakar dalam campuran. Kenaikan posisi ring tidak selalu diikuti dengan kenaikan panjang nyala, dimana panjang nyala maksimum terjadi pada posisi ring 30 mm dan laju bahan bakar yang tinggi. Hal ini nampak jelas terlihat pada Grafik 4.6 dimana kenaikan diameter dalam ring cenderung meningkatkan panjang nyala api *lift up*.



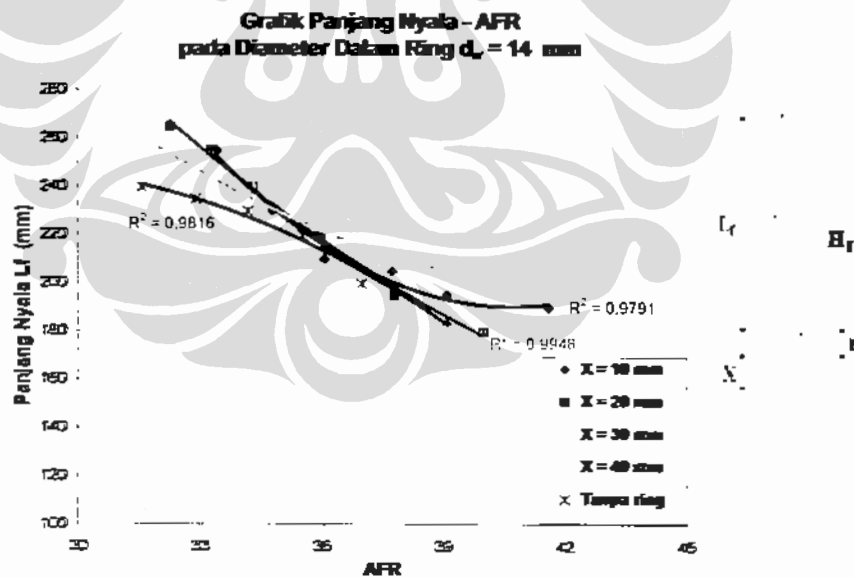
Grafik 4.5 Grafik panjang nyala api lift up terhadap Air Fuel Ratio (AFR) untuk diameter dalam ring $d_r = 10$ mm.



Grafik 4.6. Grafik panjang nyala api lift up diameter dalam ring untuk aliran massa bahan bakar propana $5,3 \cdot 10^{-5}$ kg/s.

Kenaikan posisi ring juga terlihat cenderung meningkatkan panjang nyala api lift up seperti yang ditunjukkan pada Grafik 4.8. Hal ini dikarenakan adanya lapisan batas antara udara dan aliran campuran. Aliran ditepi dilapisan batas pada bidang muka antara udara dan campuran akan mengalami gaya geser yang besar. Dengan semakin jauhnya dari mulut barel gradien tekanan akan lebih besar sehingga memecahkan lapisan batas yang mengakibatkan adanya olakan ditepi aliran. Hal ini akan mengakibatkan udara disekitar lapisan batas akan ikut masuk bersama aliran lapisan batas yang pecah dan terbawa akibat momentum aliran. Namun kenaikan posisi ring di $X = 30$ tidak terjadi peningkatan panjang nyala yang drastis pada laju aliran yang tinggi seperti halnya yang terjadi pada diameter dalam ring 10 mm. Bahkan terlihat cenderung mendatar pada laju aliran tinggi.

Pada diameter dalam ring 14 mm kenaikan AFR akan diiringi dengan penurunan panjang nyala api lift up seperti halnya pada diameter ring sebelumnya seperti terlihat pada Grafik 4.9. Hal ini menunjukkan adanya hubungan kandungan bahan bakar dalam campuran terhadap panjang nyala yang dihasilkan.



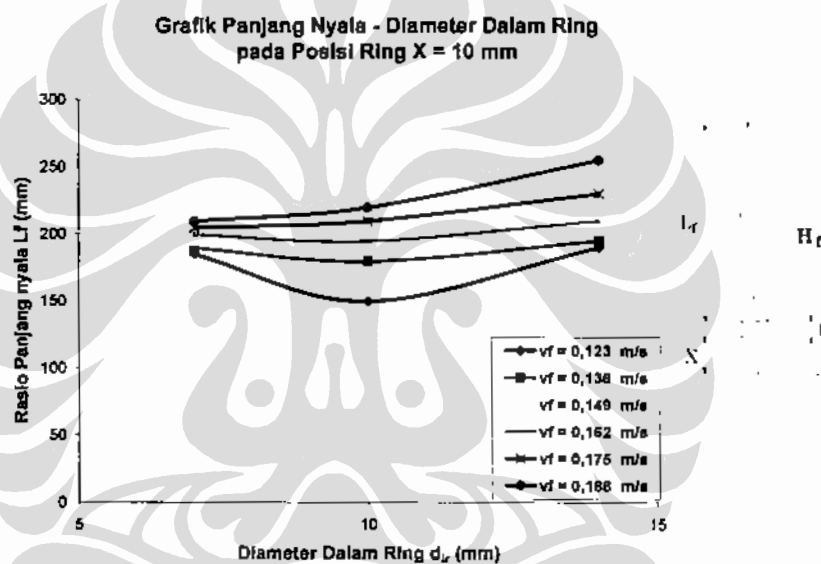
Grafik 4.9 Grafik panjang nyala api lift up terhadap posisi ring untuk diameter dalam ring $d_i = 14$ mm.

Dari grafik yang menggambarkan hubungan panjang nyala api lift up terhadap posisi ring untuk ketiga diameter dalam ring terlihat jelas bahwa posisi

ring tidak menambah panjang nyala api lift up bahkan cenderung menurun. Hal ini dikarenakan bahwa semakin dekat posisi ring untuk akan memberikan hambatan yang besar disamping itu .

4.3.2 Pengaruh Diameter Dalam Ring terhadap Panjang Nyala Api

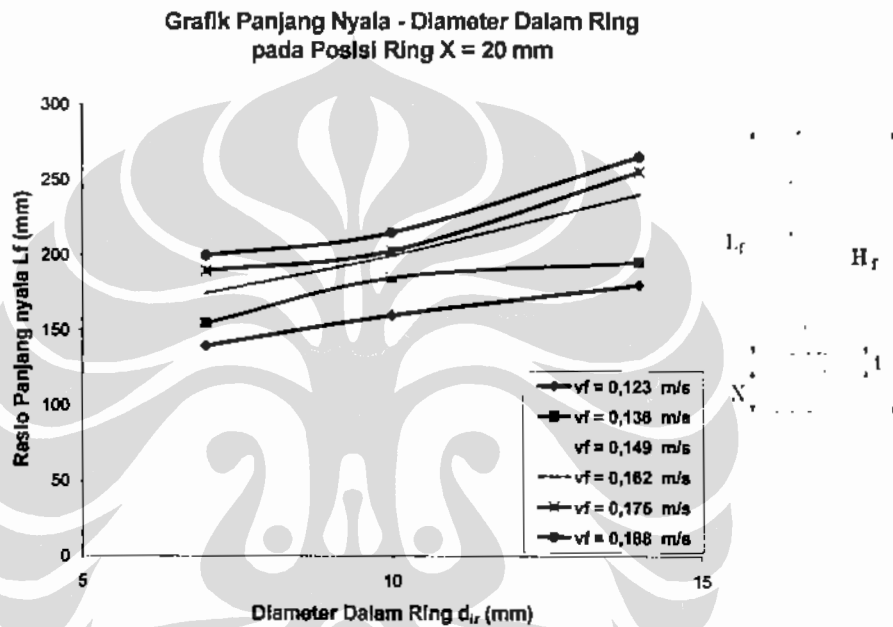
Pengaruh diameter dalam terhadap panjang nyala api lift up untuk posisi ring $X = 10$ ditampilkan pada Grafik 4.9. Pada posisi ring tersebut kenaikan diameter dalam ring pada laju aliran bahan bakar yang yang tinggi ($v_f \geq 0,136$ m/s) memberikan kontribusi yang lebih besar dibandingkan pada laju bahan bakar yang rendah. Bahkan pada diameter dalam ring 10 mm terjadi penurunan panjang nyala pada laju bahan bakar yang rendah ($v_f = 0,188$ m/s).



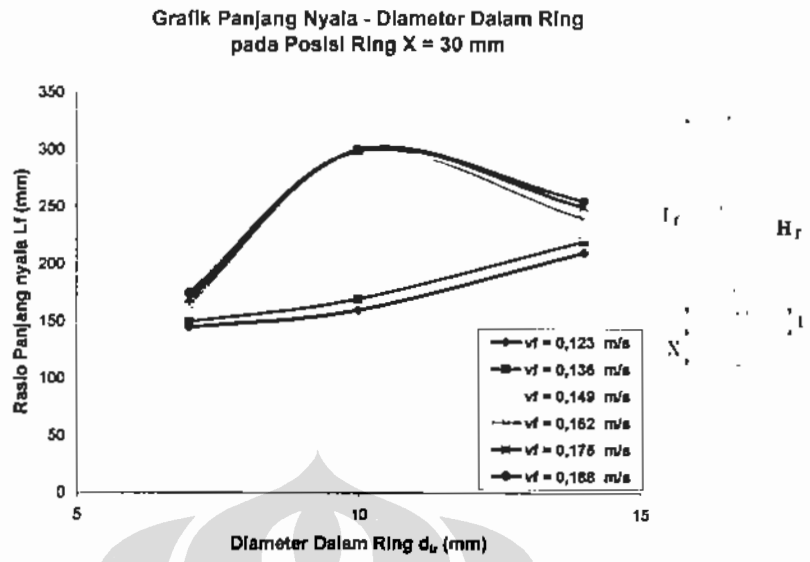
Grafik 4.9. Grafik panjang nyala api lift up terhadap diameter dalam ring untuk posisi ring 10 mm.

Pada diameter dalam ring yang lebih tinggi, panjang nyala api lift up mengalami kenaikan yang lebih besar dibandingkan diameter dalam ring 10 mm seperti yang ditunjukkan pada Grafik 4.10 sampai Grafik 4.12. Bahkan terjadi kenaikan panjang nyala yang drastis pada posisi ring 30 mm untuk diameter dalam ring 10 mm dan laju alira yang tinggi. Pada konsisi tersebut momentum aliran memberikan hambatan yang lebih kecil pada lapisan campuran.

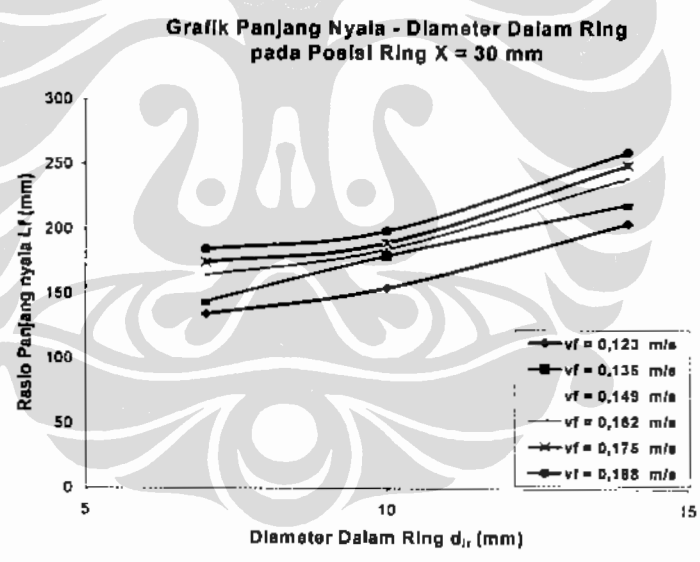
Hal ini diprediksikan hambatan aliran yang terjadi lebih rendah pada diameter dalam ring yang lebih tinggi serta terjadinya zona resirkulasi yang lebih baik. Pada saat aliran yang melewati tepi dinding bagian dalam ring dan luar maka aliran yang keluar melewati ring tersebut menimbulkan lapisan batas pada bidang muka antara udara. Denga semakin jaunya aliran meninggalkn ring, lapisan batas yang terbentuk akan menimbulkan olakan kecil dilapisan batas. Olakan tersebut akan bertambah besar dan pada akhirnya akan menjadi turbulensi.



Grafik 4.10. Grafik panjang nyala api lift up terhadap diameter dalam ring untuk posisi ring 20 mm.



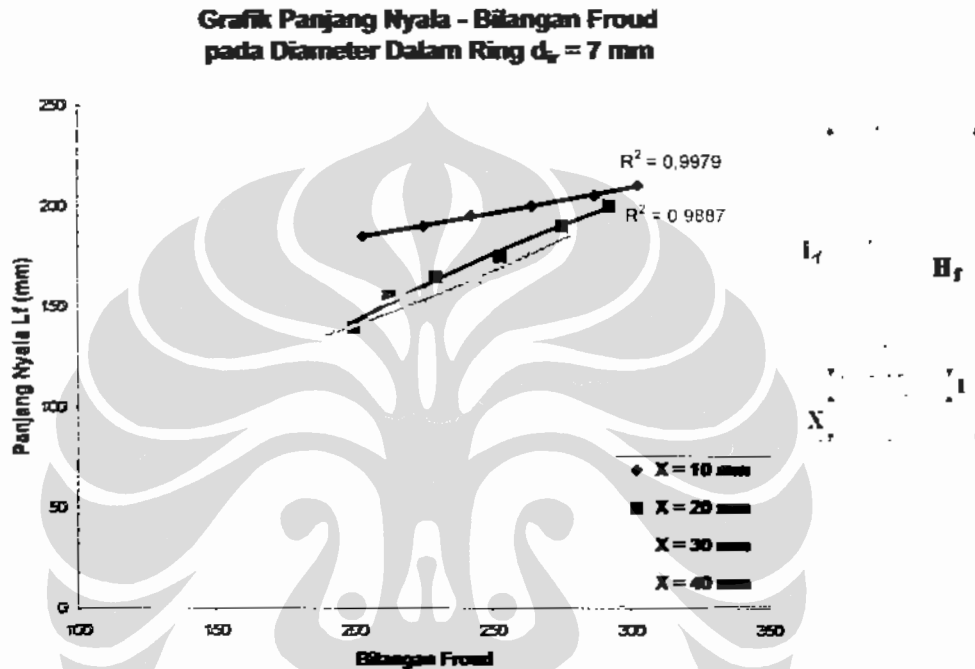
Grafik 4.11. Grafik panjang nyala api lift up terhadap diameter dalam ring untuk posisi ring 30 mm.



Grafik 4.12. Grafik panjang nyala api lift up terhadap diameter dalam ring untuk posisi ring 40 mm.

5.3.3 Pengaruh Bilangan Froud terhadap Panjang Nyala Api *Lift Up*

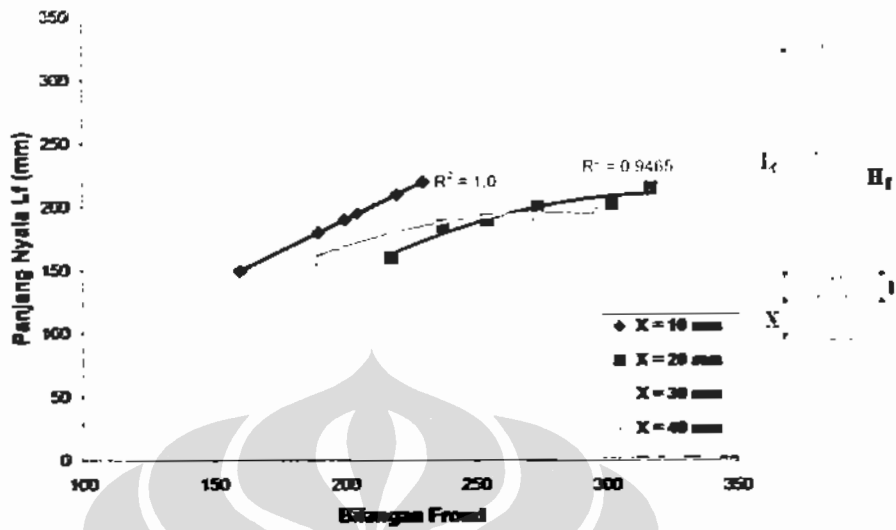
Pengaruh Bilangan Froud terhadap panjang nyala api lift up pada posisi ring 10 mm diatas barel ditampilkan pada Grafik 5.13. Panjang nyala api lift up cenderung meningkat seiring dengan naiknya bilangan Froud. Hal ini dikarenakan meningkatnya kecepatan campuran sebagai akibat bertambahnya jumlah bahan bakar.



Grafik 4.13. Grafik panjang nyala api *lift up* terhadap bilangan Froud untuk diameter dalam ring 7 mm.

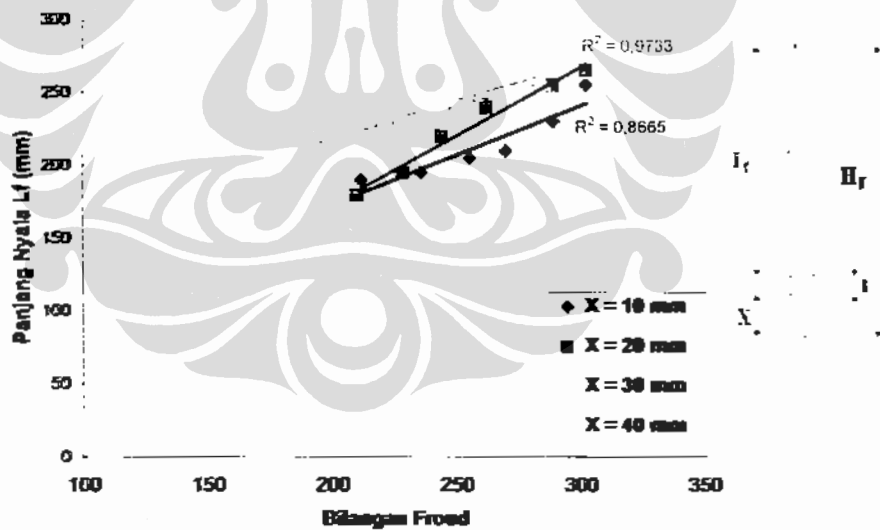
Demikian pula untuk diameter dalam ring 10 mm dan 14 mm, kenaikan bilangan Froud juga menaikkan panjang nyala api lift up seperti terlihat pada Grafik 5.14 dan Grafik 4.15.

Grafik Panjang Nyala - Bil Froud pada Diameter Dalam Ring $d_r = 10$ mm



Grafik 4.14. Grafik panjang nyala api *lift up* terhadap bilangan Froud untuk diameter dalam ring 10 mm.

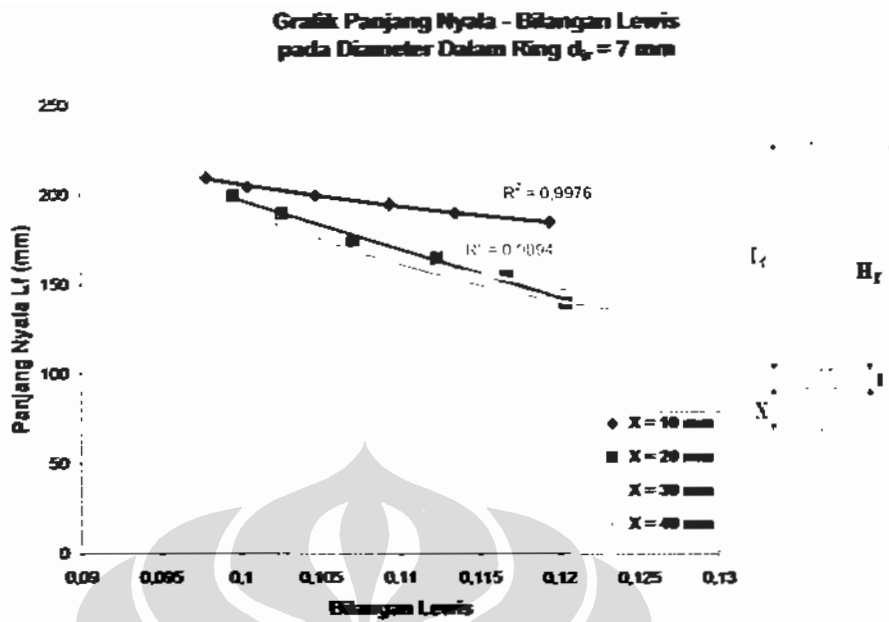
Grafik Panjang Nyala - Bilangan Froud pada Diameter Dalam Ring $d_r = 14$ mm



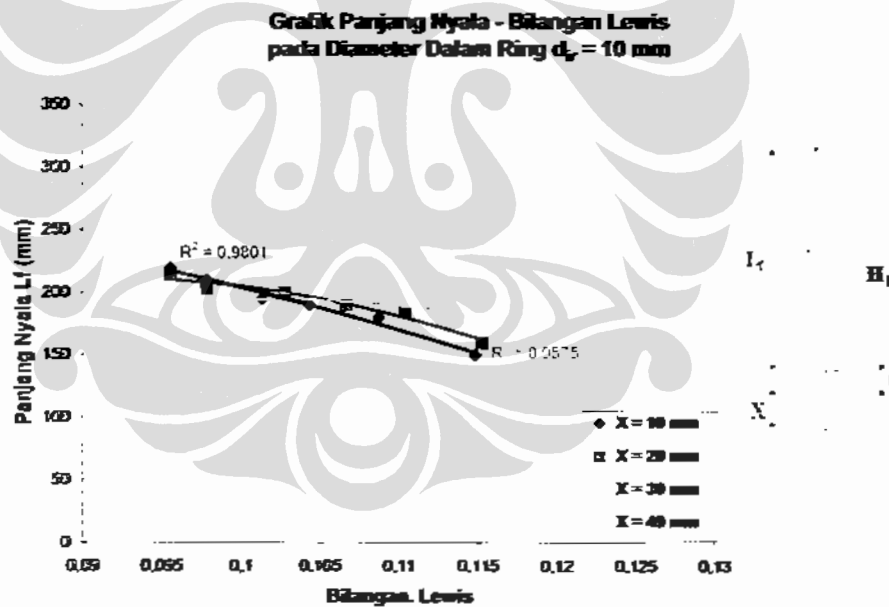
Grafik 4.15. Grafik panjang nyala api *lift up* terhadap bilangan Froud untuk diameter dalam ring 14 mm.

4.3.4 Pengaruh Lewis terhadap Panjang Nyala Api Lift up

Pengaruh panjang nyala api *lift up* terhadap bilangan Lewis pada diameter ring dalam 7, 10 dan 14 mm terlihat pada Grafik 4.16 sampai Grafik 4.18.



Grafik 4.16. Grafik panjang nyala api lift up terhadap diameter dalam ring $d_w = 7$ mm.



Grafik 4.17. Grafik panjang nyala api lift up terhadap diameter dalam ring $d_w = 10$ mm.

Peningkatan Bilangan Lewis pada diameter dalam ring yang konstan cenderung diikuti dengan penurunan panjang nyala api *lift up*. Hal ini merupakan kebalikan dari bilangan Froud terhadap panjang nyala api *lift up*. Hal ini

memasukkan faktor bilangan Lewis sebagai variabel untuk menghitung panjang nyala api premix maka persamaan Rokke dikoreksi menjadi :

$$\frac{L_f}{d_b} = 16Y_f^{0.3} Fr^{0.2} Le^{-0.1} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana :

Le = bilangan Lewis

Pada fenomena nyala api lift up, dimana nyala terjadi diatas tepat ring, maka perhitungan panjang nyala api pada persamaan (4.2) perlu dikoreksi dengan faktor faktor lain yang mempengaruhi panjang nyala api lift up.

Dari grafik yang telah ditampilkan terlihat adanya hubungan antara panjang nyala api lift up terhadap fraksi bahan bakar dalam campuran, bilangan Froud, bilangan Lewis, posisi ring dari ulut barel serta diameter dalam ring. Untuk membuat persamaan korelasi panjang nyala api lift up terhadap parameter tersebut mula-mula dibuat dengan trial dan error dengan memasukkan variabel-variabel yang digunakan pada persamaan sebelumnya untuk menghitung panjang nyala api premix ditambahn dengan variabel posisi dan diameter dalam ring. Secara umum panjang nyala api lift up merupakan fungsi dari varibel-variabel yang dapat ditulis :

$$\frac{L_f}{d_b} = f\left(Y_f, Fr, Le, \left(\frac{X}{d_r}\right)\right) \dots\dots\dots(4.3)$$

atau bentuk persamaan umumnya :

$$\frac{L_f}{d_b} = A Y_f^b . Fr^c Le^d \left(\frac{X}{d_r}\right)^E \dots\dots\dots (4.4)$$

Dimana :

- $\frac{L_f}{d_b}$ = Rasio panjang nyala terhadap diameter barel
- Y_f = Fraksi massa propana dalam campuran
- Fr = Bilangan Froud
- Le = Bilangan Lewis

X = Jarak ring (mm)

d_{ir} = Diameter dalam ring (mm)

Selanjutnya persamaan (4.4) dilogaritmikan dengan bilangan natural maka persamaan (4.4) menjadi :

$$\ln\left(\frac{L_f}{d_b}\right) = \ln A + B \ln \phi + C \ln Fr + D \ln Le + E \ln\left(\frac{X}{d_r}\right) \dots\dots\dots (4.5)$$

Hal ini analog dengan persamaan regresi linier dengan lima variabel yang tidak diketahui sebagai berikut:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 \dots\dots\dots (4.6)$$

Dimana :

$$Y = \ln\left(\frac{L_f}{d_b}\right)$$

$$b_2 = C$$

$$a = \ln A$$

$$b_3 = D$$

$$b_1 = B$$

$$b_4 = E$$

$$X_1 = \ln \phi \quad X_2 = \ln Fr \quad X_3 = \ln Le \quad \text{dan} \quad X_4 = \ln\left(\frac{X}{d_r}\right)$$

Dengan demikian regresi linier untuk lima variabel yang tidak diketahui dapat disederhanakan dalam bentuk matriknya menjadi :

$$\begin{pmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 & \sum X_3 & \sum X_4 \\ n \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_1 X_3 & \sum X_1 X_4 \\ n \sum X_2 & \sum X_2 X_1 & \sum X_2^2 & \sum X_2 X_3 & \sum X_2 X_4 \\ n \sum X_3 & \sum X_3 X_1 & \sum X_3 X_2 & \sum X_3^2 & \sum X_3 X_4 \\ n \sum X_4 & \sum X_4 X_1 & \sum X_4 X_2 & \sum X_4 X_3 & \sum X_4^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \sum X_2 Y \\ \sum X_3 Y \\ \sum X_4 Y \end{pmatrix}$$

Hal ini analog dengan perkalian matrik :

$$[A][X] = [B] \dots\dots\dots (4.7)$$

Maka nilai matrik X adalah :

$$[X] = [A]^{-1}[B] \quad \dots\dots\dots(4.8)$$

Dimana $[A]^{-1}$ merupakan invers dari matrik A yang besarnya adalah :

$$[A]^{-1} = \frac{1}{\det A} [A]^T \quad \dots\dots\dots(4.9)$$

Dengan $[A]^T$ merupakan matrik transpose dari matrik A.

Perhitungan untuk membuat persamaan regresi tersebut selain dikerjakan manual seperti cara perhitungan matrik diatas, juga dapat dilakukan dengan bantuan program *software EXCEL* yang memiliki fasilitas untuk perhitungan statistik untuk membuat persamaan regresi. Dalam program tersebut pilih fasilitas regresi untuk membuat persamaan regresi dengan variabel-variabel tersebut.

Dalam menentukan persamaan regresi dengan lima variabel ini digunakan bantuan program *software EXCEL*. Data data yang telah dilogaritme-naturalkan selanjutnya ditabulasikan pada tabel 4.12, yaitu:

Tabel 4.12 Parameter yang merupakan variabel untuk analisa regresi.

No	ln Y _t	ln Fr	ln Le	Ln (X/d _b)	L _t /d _{ir}
1	-3,375	5,314	-2,125	2,581	2,581
2	-3,327	5,416	-2,176	0,357	2,608
3	-3,274	5,490	-2,213	0,357	2,634
4	-3,234	5,577	-2,257	0,357	2,659
5	-3,199	5,659	-2,298	0,357	2,684
6	-3,154	5,712	-2,324	0,357	2,708
7	-3,367	5,297	-2,117	1,050	2,303
8	-3,299	5,360	-2,148	1,050	2,404
9	-3,247	5,436	-2,186	1,050	2,467
10	-3,212	5,532	-2,234	1,050	2,526
11	-3,178	5,617	-2,277	1,050	2,608
12	-3,137	5,677	-2,307	1,050	2,659
13	-3,350	5,263	-2,100	1,455	2,338
14	-3,291	5,343	-2,140	1,455	2,372
15	-3,235	5,413	-2,174	1,455	2,436
16	-3,201	5,510	-2,223	1,455	2,467
17	-3,160	5,581	-2,259	1,455	2,497
18	-3,120	5,642	-2,289	1,455	2,526
19	-3,342	5,246	-2,091	1,743	2,266
20	-3,279	5,319	-2,128	1,743	2,338

No	$\ln Y_t$	$\ln Fr$	$\ln Le$	$\ln (X/d_b)$	L_t/d_{it}
21	-3,235	5,413	-2,174	1,743	2,372
22	-3,193	5,495	-2,216	1,743	2,467
23	-3,153	5,566	-2,251	1,743	2,526
24	-3,113	5,628	-2,282	1,743	2,581
25	-3,361	5,392	-2,164	0,000	2,372
26	-3,314	5,502	-2,219	0,000	2,554
27	-3,262	5,584	-2,260	0,000	2,608
28	-3,205	5,642	-2,289	0,000	2,634
29	-3,161	5,712	-2,324	0,000	2,708
30	-3,111	5,759	-2,348	0,000	2,755
31	-3,357	5,384	-2,160	0,693	2,436
32	-3,298	5,471	-2,204	0,693	2,581
33	-3,239	5,540	-2,238	0,693	2,608
34	-3,190	5,613	-2,275	0,693	2,659
35	-3,161	5,712	-2,324	0,693	2,674
36	-3,111	5,759	-2,348	0,693	2,732
37	-3,288	5,251	-2,094	1,099	2,436
38	-3,236	5,352	-2,144	1,099	2,497
39	-3,207	5,479	-2,208	1,099	3,013
40	-3,159	5,555	-2,246	1,099	3,058
41	-3,105	5,607	-2,271	1,099	3,065
42	-3,082	5,705	-2,321	1,099	3,065
43	-3,283	5,243	-2,090	1,386	2,404
44	-3,223	5,328	-2,132	1,386	2,554
45	-3,179	5,425	-2,181	1,386	2,618
46	-3,148	5,533	-2,235	1,386	2,581
47	-3,105	5,607	-2,271	1,386	2,608
48	-3,075	5,692	-2,314	1,386	2,654
49	-3,336	5,355	-2,111	-0,336	2,608
50	-3,274	5,463	-2,162	-0,336	2,634
51	-3,239	5,543	-2,201	-0,336	2,684
52	-3,194	5,598	-2,227	-0,336	2,708
53	-3,157	5,666	-2,260	-0,336	2,799
54	-3,118	5,712	-2,281	-0,336	2,902
55	-3,090	5,347	-2,105	0,357	2,554
56	-3,033	5,432	-2,146	0,357	2,634
57	-2,984	5,498	-2,177	0,357	2,755
58	-2,937	5,569	-2,211	0,357	2,842
59	-2,906	5,666	-2,258	0,357	2,902
60	-2,875	5,712	-2,279	0,357	2,941
61	-3,288	5,211	-2,037	0,762	2,708
62	-3,223	5,310	-2,084	0,762	2,755
63	-3,187	5,436	-2,146	0,762	2,777
64	-3,144	5,510	-2,181	0,762	2,842
65	-3,105	5,559	-2,204	0,762	2,882

No	In Y _t	In Fr	In Le	Ln (X/d _b)	L _t /d _{ir}
66	-3,067	5,657	-2,251	0,762	2,902
67	-3,270	5,203	-2,032	1,050	2,684
68	-3,214	5,285	-2,071	1,050	2,755
69	-3,166	5,381	-2,117	1,050	2,777
70	-3,128	5,487	-2,169	1,050	2,842
71	-3,094	5,559	-2,203	1,050	2,882
72	-3,064	5,642	-2,244	1,050	2,922

Data yang berada pada kolom 2 sampai dengan kolom 5 merupakan variabel bebas (x) atau variabel input dan data yang berada pada kolom 6 merupakan variabel tidak bebas (y) atau variabel output. Kemudian dengan bantuan program software EXCEL dengan fasilitas regresinya diperoleh hasil seperti terlihat pada Gambar 4.1, sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

$\ln A = -2,093038447$ atau $A = 0,1233$

$B = 0,2721$

$C = 2,8561$

$D = 4,5858$

$E = 0,0100$

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	1,444503812	0,361126	22,11635	1,13006E-11
Residual	67	1,094006892	0,016328		
Total	71	2,538510703			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 1
In A	-2,093038447	2,290975233	-0,9136	0,364202	-5,665844096	2,4797672	-6,6658441	2,4797
B	0,272143929	0,266066132	1,022847	0,310059	-0,258924291	0,80321215	-0,25892429	0,803
C	2,856049708	0,742348881	3,847315	0,000269	1,374315158	4,33778426	1,374315158	4,3377
E	4,586	1,227333352	3,736357	0,000388	2,135988236	7,03552343	2,135988236	7,0355
F	0,0100	0,032812969	0,303901	0,762145	-0,055523053	0,07546887	-0,05552305	0,0754

Gambar 4.1 Koefisien nilai regresi untuk 5 variabel bebas serta korelasi regresi statistiknya

Dari konstanta-konstanta yang telah diperoleh dari hasil regresi maka dapat dibuat persamaan empiris untuk panjang nyala api lift up adalah :

$$\frac{L_f}{d_b} = 0.1233.Y_f^{0.2721} .Fr^{2.8561} Le^{4.5858} \left(\frac{X}{d_r} \right)^{0.01} \dots\dots\dots (4.7)$$

Persamaan (4.7) tersebut mempunyai korelasi statistik terhadap semua variabel bebasnya sebesar 0,7543. Hal ini berarti sebanyak 75,43 % dari data panjang nyala api lift up percobaan tersebut memenuhi persamaan regresi tersebut.

Hasil perhitungan panjang nyala dengan persamaan regresi yang telah diperoleh ditabulasikan pada tabel 4.13.

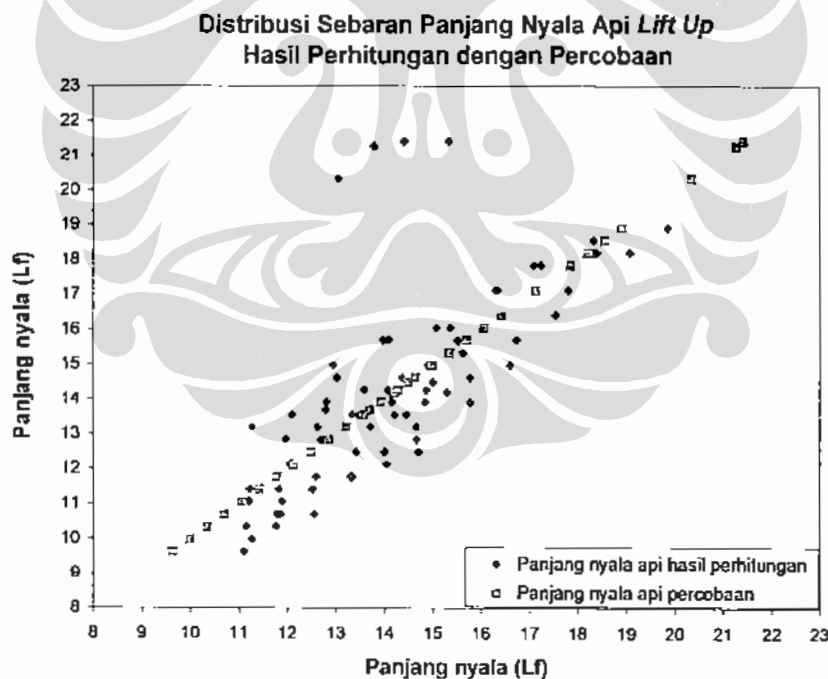
Tabel 4.13. Perbandingan hasil panjang nyala api lift up yang diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi terhadap panjang nyala api lift up hasil percobaan.

No	Laju massa fuel	Posisi Ring (mm)	Dia.dalam ring (mm)	Panjang Nyala Api Lift up Regresi	Panjang Nyala Api Lift up Percobaan	Selisih regresi Panjang nyala %
	m_f	X	d_r	$(L_f/d_b)'$	L_f/d_b	$(L_f/d_b' - L_f/d_b)/L_f/d_b * 100$
1	0,035	10	7	11,28	13,21	-14,65
2	0,038	10	7	12,10	13,57	-10,81
3	0,042	10	7	12,81	13,93	-8,06
4	0,046	10	7	13,59	14,29	-4,86
5	0,049	10	7	14,38	14,64	-1,82
6	0,053	10	7	14,99	15,00	-0,08
7	0,035	20	7	11,28	10,00	12,76
8	0,038	20	7	11,90	11,07	7,48
9	0,042	20	7	12,60	11,79	6,91
10	0,046	20	7	13,43	12,50	7,43
11	0,049	20	7	14,22	13,57	4,74
12	0,053	20	7	14,87	14,29	4,10
13	0,035	30	7	11,16	10,36	7,74
14	0,038	30	7	11,86	10,71	10,73
15	0,042	30	7	12,52	11,43	9,58
16	0,046	30	7	13,35	11,79	13,30
17	0,049	30	7	14,05	12,14	15,74
18	0,053	30	7	14,71	12,50	17,67
19	0,035	40	7	11,11	9,64	15,21
20	0,038	40	7	11,77	10,36	13,67
21	0,042	40	7	12,56	10,71	17,23

No	Laju massa <i>fuel</i>	Posisi Ring (mm)	Dia.dalam ring (mm)	Panjang Nyala Api Lift up <i>Regresi</i>	Panjang Nyala Api Lift up <i>Percobaan</i>	Selisih regresi Panjang nyala %
	m_f	X	d_r	$(L_f/d_b)'$	L_f/d_b	$(L_f/d_b' - L_f/d_b)/L_f/d_b * 100$
22	0,046	40	7	13,31	11,79	12,89
23	0,049	40	7	14,01	12,50	12,05
24	0,053	40	7	14,66	13,21	10,96
25	0,035	10	10	11,79	10,71	10,04
26	0,038	10	10	12,70	12,86	-1,21
27	0,042	10	10	13,49	13,57	-0,57
28	0,046	10	10	14,16	13,93	1,66
29	0,049	10	10	14,91	15,00	-0,63
30	0,053	10	10	15,52	15,71	-1,23
31	0,035	20	10	11,83	11,43	3,53
32	0,038	20	10	12,63	13,21	-4,44
33	0,042	20	10	13,34	13,57	-1,72
34	0,046	20	10	14,09	14,29	-1,38
35	0,049	20	10	15,01	14,50	3,51
36	0,053	20	10	15,63	15,36	1,77
37	0,035	30	10	11,23	11,43	-1,71
38	0,038	30	10	12,06	12,14	-0,68
39	0,042	30	10	13,06	20,36	-35,86
40	0,046	30	10	13,80	21,29	-35,15
41	0,049	30	10	14,42	21,43	-32,70
42	0,053	30	10	15,34	21,43	-28,40
43	0,035	40	10	11,23	11,07	1,39
44	0,038	40	10	11,97	12,86	-6,89
45	0,042	40	10	12,80	13,71	-6,67
46	0,046	40	10	13,72	13,21	3,79
47	0,049	40	10	14,46	13,57	6,56
48	0,053	40	10	15,30	14,21	7,62
49	0,035	10	14	13,60	13,57	0,21
50	0,038	10	14	14,85	13,93	6,60
51	0,042	10	14	15,78	14,64	7,74
52	0,046	10	14	16,61	15,00	10,74
53	0,049	10	14	17,55	16,43	6,82
54	0,053	10	14	18,34	18,21	0,67
55	0,035	20	14	14,67	12,86	14,09
56	0,038	20	14	15,78	13,93	13,26
57	0,042	20	14	16,74	15,71	6,54
58	0,046	20	14	17,81	17,14	3,89
59	0,049	20	14	19,08	18,21	4,76
60	0,053	20	14	19,86	18,93	4,94
61	0,035	30	14	12,95	15,00	-13,66
62	0,038	30	14	14,09	15,71	-10,33

No	Laju massa fuel	Posisi Ring (mm)	Dia.dalam ring (mm)	Panjang Nyala Api Lift up Regresi	Panjang Nyala Api Lift up Percobaan	Selisih regresi Panjang nyala %
	m_f	X	d_{ir}	$(L_f/d_b)'$	L_f/d_b	$(L_f/d_b' - L_f/d_b)/L_f/d_b * 100$
63	0,042	30	14	15,38	16,07	-4,33
64	0,046	30	14	16,35	17,14	-4,65
65	0,049	30	14	17,11	17,86	-4,20
66	0,053	30	14	18,40	18,21	1,02
67	0,035	40	14	13,03	14,64	-11,04
68	0,038	40	14	13,99	15,71	-10,99
69	0,042	40	14	15,09	16,07	-6,13
70	0,046	40	14	16,30	17,14	-4,89
71	0,049	40	14	17,25	17,86	-3,41
72	0,053	40	14	18,34	18,57	-1,25

Distribusi sebaran dari panjang nyala api lift up terhadap panjang nyala api hasil percobaan terlihat pada Grafik 4.19.



Gambar 4.19 Distribusi sebaran panjang nyala api lift up hasil perhitungan dengan percobaan.