

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Variasi sudut kondensor dalam penelitian ini yaitu: sudut 0°, 15°, dan 30° serta aliran air dalam kondensor yaitu aliran air searah dengan laju uap (*parallel flow*) dengan LDPE (*Low density polyethylene*) dari plastik kresek hitam sebagai bahan pirolisis. Data dan pembahasan dimulai dari percobaan pirolisis plastik.

4.2 Data Terkalibrasi

Hasil yang diperoleh dalam penelitian pirolisis ini adalah pengukuran volume minyak plastik yang dihasilkan. Pengujian pada debit 12 lpm, sudut kemiringan kondensor 0°, dan gas yang terpakai yaitu 1,495 kg. Minyak yang dihasilkan 500 ml dan suhu reaktor 321°C. Hasil dapat dilihat pada tabel 4.1.

Korelasi antara waktu dan hasil minyak/10 menit ($q/10$ menit) dapat dilihat pada gambar 4.1, sedangkan korelasi antara waktu dan besarnya nilai perpindahan kalor (Q) dapat dilihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.1 Data Percobaan Sudut 0°

SUDUT 0° Debit 12 lpm, Gas yang terpakai 1,495 kg									
WAKTU (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	TR (°C)	Q (Watt)	Minyak /10 menit (ml)	Akumulasi minyak (ml)	Persentase minyak (%)
0	28,03	30,16	30,26	27,22	34,00	84,68	0	0	0,00
10	53,25	30,06	30,97	28,03	188,12	762,11	0	0	0,00
20	60,95	30,36	31,07	27,63	240,33	592,75	17	17	3,40
30	61,15	30,87	31,88	27,63	286,82	846,78	25	42	8,40
40	62,37	31,07	32,49	27,63	302,34	1185,52	62	104	20,80
50	61,66	31,88	34,11	27,12	308,91	1862,93	134	238	47,60
60	66,12	33,60	37,15	27,73	312,52	2963,75	168	406	81,20
70	57,71	34,62	36,74	28,13	313,34	1778,25	66	472	94,40
80	52,85	35,43	36,04	28,54	320,67	508,07	16	488	97,60
90	51,33	35,23	35,53	28,54	316,75	254,04	7	495	99,00
100	45,15	35,12	35,43	28,44	314,64	254,04	5	500	100,00
JUMLAH MINYAK							500 ml	500 ml	

Pengujian pada debit 12 lpm, sudut kemiringan kondensor 15⁰, dan gas yang terpakai yaitu 1,493 kg. Minyak yang dihasilkan 537 ml dan suhu reaktor 325°C. Hasil dapat dilihat pada tabel 4.2. Korelasi antara waktu dan hasil minyak/10 menit (q/10 menit) dapat dilihat pada gambar 4.1, sedangkan korelasi antara waktu dan besarnya nilai perpindahan kalor (Q) dapat dilihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.2 Data Percobaan Sudut 15⁰

SUDUT 15 Debit 12 Lpm, Gas yang terpakai 1,493 kg									
WAKTU (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	TR (°C)	Q (Watt)	Minyak/10 menit (ml)	Akumulasi Minyak (ml)	Persentase minyak (%)
0	34,82	29,92	30,03	33,64	30,81	88,60	0	0	0,00
10	63,69	29,92	30,13	33,95	195,72	173,24	13	13	2,42
20	59,94	30,02	30,54	34,36	246,57	426,94	28	41	7,64
30	75,94	30,23	31,04	34,46	292,26	680,43	42	83	15,46
40	74,32	30,84	32,66	34,98	308,93	1525,54	83	166	30,91
50	64,70	32,05	35,80	34,87	304,88	3131,13	145	311	57,91
60	64,40	34,19	34,89	35,18	316,00	587,64	110	421	78,39
70	66,93	33,07	33,77	35,59	324,94	589,94	62	483	89,94
80	69,46	33,07	33,17	35,28	314,31	82,12	30	513	95,53
90	61,46	31,75	32,26	35,08	318,17	423,38	18	531	98,88
100	55,79	31,95	32,16	34,67	317,25	169,06	6	537	100,00
JUMLAH MINYAK							537 ml	537 ml	

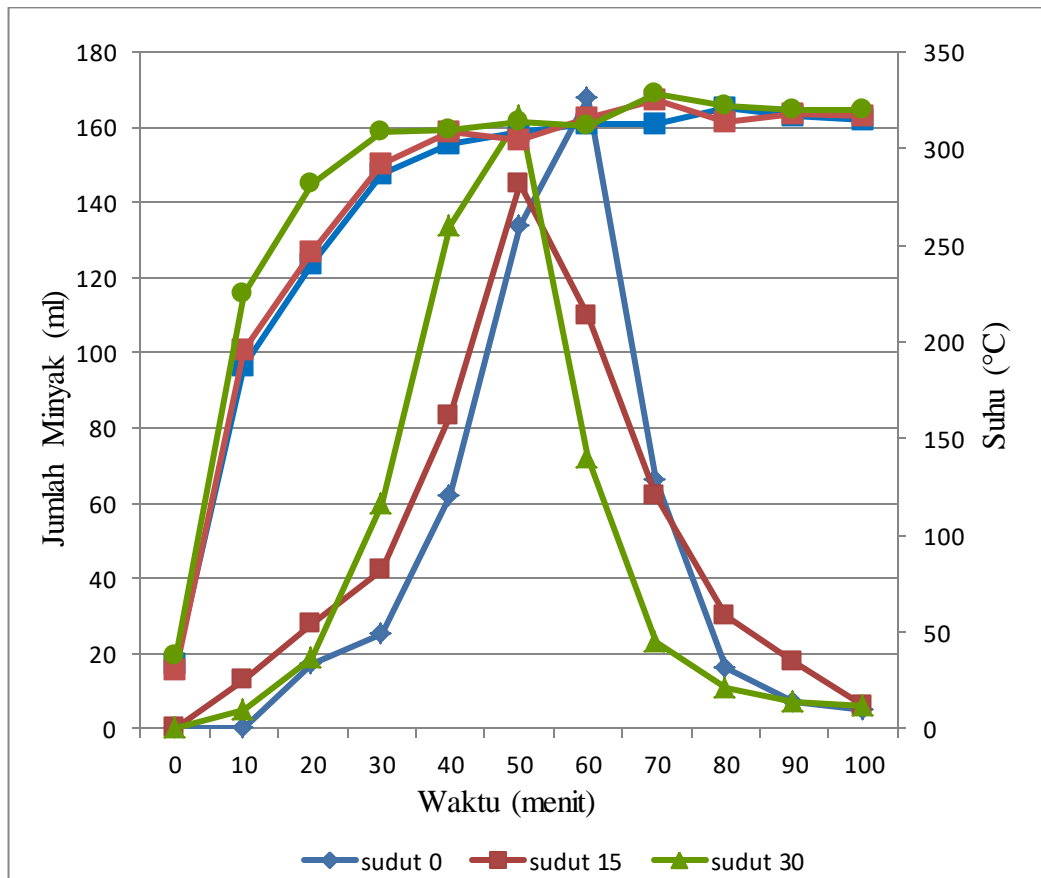
Pengujian pada debit 12 LPM, sudut kemiringan kondensor 30⁰, dan gas yang terpakai yaitu 1,403 kg. Minyak yang dihasilkan 500 ml dan suhu reaktor 328°C. Hasil dapat dilihat pada tabel 4.3. Korelasi antara waktu dan hasil minyak/10 menit (q/10 menit) dapat dilihat pada gambar 4.1, sedangkan korelasi antara waktu dan besarnya nilai perpindahan kalor (Q) dapat dilihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.3 Data Percobaan Sudut 30°

SUDUT 30 Debit 12 Lpm, Gas yang terpakai 1,403 kg									
WAKTU (menit)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	TR (°C)	Q (Watt)	Minyak /10 menit (ml)	akumulasi minyak (ml)	Persentase minyak (%)
0	34,92	30,06	30,16	34,82	37,61	84,68	0	0	0,00
10	50,32	30,06	30,16	37,35	224,51	84,68	5	5	1,00
20	53,76	30,16	30,36	37,45	281,65	169,36	19	24	4,80
30	76,45	30,26	30,57	36,44	309,13	254,04	60	84	16,80
40	57,81	30,46	30,97	35,53	310,28	423,39	134	218	43,60
50	57,31	30,57	32,79	36,74	314,35	1862,93	163	381	76,20
60	56,29	31,07	32,39	36,24	311,50	1100,82	72	453	90,60
70	60,75	30,87	31,07	36,95	327,91	169,36	23	476	95,20
80	54,77	30,46	30,67	35,33	322,63	169,36	11	487	97,40
90	63,59	30,36	30,57	36,95	319,71	169,36	7	494	98,80
100	48,80	30,36	30,46	37,66	320,22	84,68	6	500	100,00
JUMLAH MINYAK							500 ml	500 ml	

4.3 Korelasi Waktu Terhadap Hasil Minyak dan Suhu Reaktor

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terbentuklah hubungan antara lama waktu yang terlaksana dengan hasil minyak yang didapatkan serta suhu pada reaktor. Hasil penelitian hubungan antara waktu dengan hasil minyak yang didapatkan serta suhu pada reaktor saat pengujian pirolisis sampah plastik akan dijelaskan dalam grafik berikut :



Gambar 4.1 Grafik Korelasi Waktu Dengan Hasil Minyak Serta Suhu Pada Reaktor Saat Pengujian

Grafik tersebut merupakan hasil dari data yang telah terkalibrasi. Dilihat dari gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada sudut 0° , 15° , dan 30° produksi minyak dari menit ke-0 mengalami kenaikan terus menerus hingga puncaknya pada menit 50-60. Untuk sudut 0° menghasilkan minyak terbanyak sebanyak 168 ml pada menit ke-60, pada sudut 15° menghasilkan minyak terbanyak sebanyak 145 ml pada menit ke-50, sedangkan pada sudut 30° menghasilkan minyak terbanyak sebanyak 163 ml pada menit ke-50. Setelah menit ke-60, produksi minyak mengalami penurunan karena plastik LDPE yang didalam reaktor mulai menjadi abu, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3. Minyak pirolisis berhenti menetes pada menit ke-100. Tidak semua asap hasil memanggang plastik dalam reaktor dapat terkondensasi sempurna, asap yang tidak dapat terkondensasi keluar melalui lubang pembuangan. Penelitian ini dilakukan di ruang terbuka sehingga suhu awal dari reaktor adalah 30°C , tetapi

proses pirolisis membutuhkan suhu 300°C–500°C. Gambar 4.1 menunjukkan grafik kenaikan suhu dari suhu awal 30°C hingga suhu tertinggi 327°C. Saat pirolisis berlangsung, suhu reaktor mengalami naik turun (gambar 4.1), hal ini disebabkan oleh tekanan angin dari lingkungan sekitar karena reaktor tidak terisolasi sempurna. Suhu reaktor pada setiap variasi sudut kondensor mengalami perbedaan, hal tersebut dikarenakan perbedaan waktu penelitian dan cuaca saat penelitian karena penelitian dilakukan diruang terbuka.

4.4 Korelasi Waktu Terhadap Laju Perpindahan Panas

Nilai laju perpindahan panas yang terjadi di dalam kondensor akan dihitung berdasarkan hasil pengamatan dalam penelitian ini dan kemudian akan dikorelasikan dengan hasil minyak yang diperoleh dalam setiap proses kondensasi. Dalam penelitian ini laju transfer panas hanya dihitung dari proses transfer energi panas yang diterima oleh air pendingin. Laju perpindahan panas *parallel flow*:

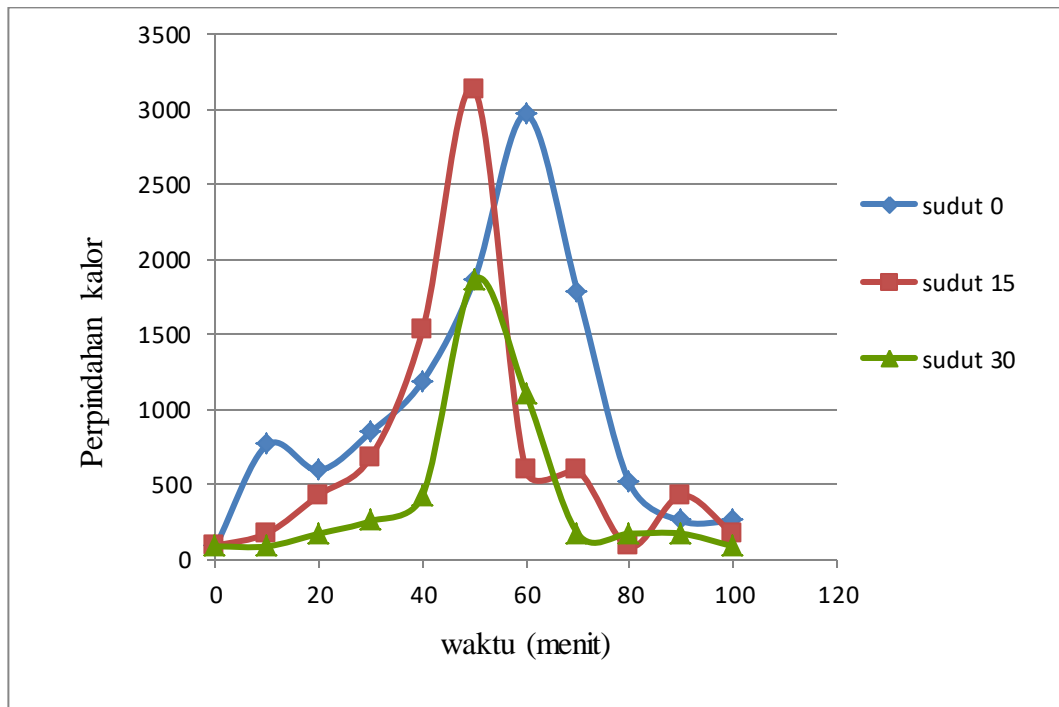
$$q = \dot{m}_c c_c (T_{c4} - T_{c3}) \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana : \dot{m}_c = Laju masa fluida (kg/s) untuk debit 12 liter / menit = 0,2

c_c = Kalor jenis air (4180 kg/ J °C)

T_{c3} = Suhu masuk fluida pendingin

T_{c4} = Suhu keluar fluida pendingin



Gambar 4.2. Grafik Korelasi Waktu Terhadap Nilai Laju Perpindahan Panas

Sesuai dengan teori rumus yang telah ada maka didapatkan gambar 4.2, dan menunjukkan bahwa nilai laju perpindahan panas tertinggi terjadi pada sudut 15° yaitu sebesar 3131,1293 watt dan nilai laju perpindahan panas terendah terjadi pada sudut 30° yaitu sebesar 1862,926 watt. Dengan sudut yang ada sangat berpengaruh terhadap terbentuknya korelasi gambar 4.2. untuk mendinginkan atau mengkondensasikan asap sehingga dapat menjadi cairan minyak yang maksimal.

Naik turunnya nilai perpindahan kalor dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Dimana percobaan di siang hari akan mendapatkan hasil yang berbeda dengan percobaan di malam hari. Hal tersebut dikarenakan kondensor pada alat ini tidak diselimuti oleh isolasi sehingga suhu lingkungan sangat berpengaruh.

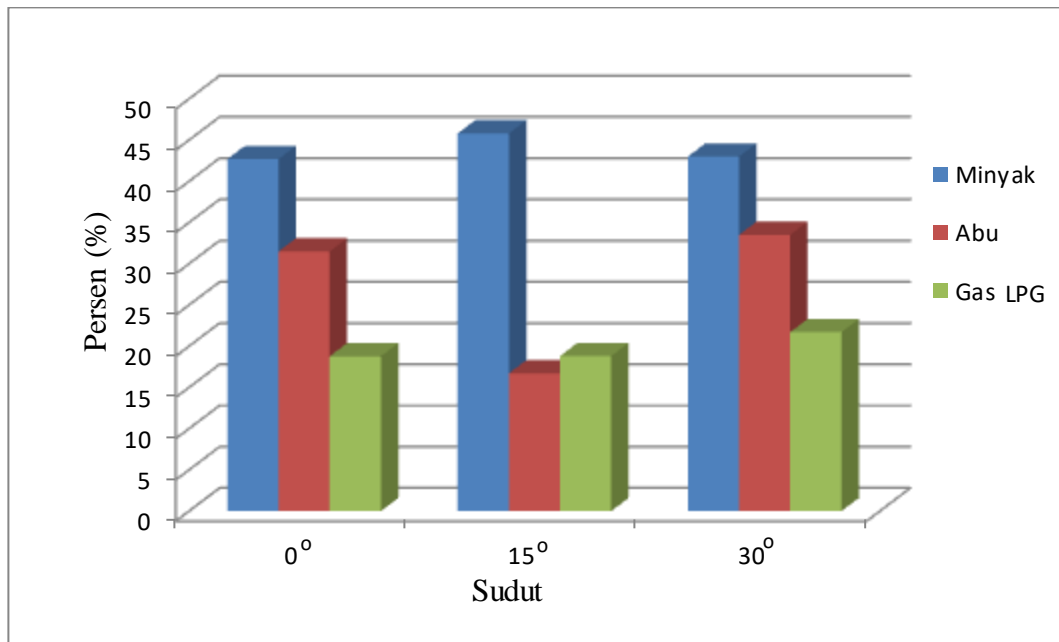
4.5 Korelasi Hasil Minyak dan Sisa Abu Terhadap Bahan Pada Sudut Pengujian

Data yang dapat diambil yaitu hasil minyak minyak yang telah terukur dan sisa plastik yang menjadi abu (tabel 4.4).

Tabel 4.4 Presentase Hasil Minyak Dan Sisa Abu

Sudut (derajat)	Minyak (gram)	Abu (gram)	Plastik (gram)	Persentase minyak (%)	Persentase abu (%)	Selisih minyak & abu (%)
0	427	315	1000	42,7	31,5	11,2
15	458	167	1000	45,8	16,7	29,1
30	430	335	1000	43,0	33,5	9,5

Dari tabel 4.4 dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat korelasi antara hasil minyak dengan sisa abu yang didapatkan dalam bahan 1 kg plastik LDPE. Apabila minyak yang didapatkan dalam satu percobaan mempunyai volume yang banyak maka abu yang tersisa akan sedikit, dan apabila minyak yang dihasilkan semakin sedikit maka sisa abu yang didapatkan akan semakin banyak. Maka dapat dilihat pada tabel 4.4, dengan kemiringan sudut kondensor 15° menghasilkan persentase minyak 45,8% dan abu sebanyak 16,7% dari plastik seberat 1000 gram. Sedangkan sudut kemiringan kondensor 30° menghasilkan persentase minyak 43% dan abu sebanyak 33,5% dari plastik sebanyak 1000 gram. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sudut kemiringan kondensor yang paling optimal untuk pirolisis dengan debit 12 lpm adalah sudut 15° , karena sudut 15° memiliki selisih antara minyak dan abu paling besar yaitu 29,1%.



Gambar 4.3 Grafik persentase hasil minyak, abu, dan gas yang terpakai

Setelah melakukan percobaan didapatkan hasil persentase antara minyak, abu, dan gas LPG yang terpakai (gambar 4.3). Dilihat dari gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa sudut kemiringan kondensor yang paling optimal untuk pirolisis dengan debit 12 LPM adalah sudut 15°. Karena pada sudut 15° menghasilkan minyak sebanyak 45,8 % dan abu sebanyak 16,7 % sehingga selisih diantara minyak dan abu sebanyak 29,1 % (tabel 4.4).

4.6 Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya yang menjadi bahan perbandingan yaitu penelitian Kadir (2015) dengan judul “*Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair*”. Penelitian ini dilakukan dengan bahan baku plastik PP (Polypropilene) seberat 500 gram menggunakan suhu pemanasan 300°C dengan lama waktu pirolisis 930 detik (15,5 menit), menghabiskan bahan bakar 400 mililiter dan sudut kemiringan kondensor 0° menghasilkan minyak dengan volume 450 mililiter.

Minyak hasil pirolisis yang dilakukan oleh kadir (2015) lebih banyak, karena berbeda jenis plastik dan berbeda alat penelitian. Kedua faktor itu bisa mempengaruhi volume minyak hasil pirolisis.

4.7 Data Hasil Karakteristik Bahan Bakar Cair Minyak Pirolisis

Minyak hasil percobaan pirolisis plastik mempunyai beberapa karakteristik untuk mengetahui sifat dari bahan bakar cair tersebut seperti pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Perbandingan dengan minyak lain

No.	Karakteristik	Minyak pirolisis plastik	Minyak tanah	solar	Premium	Sumber
1	Viskositas (mm ² /s)	3,0-3,2	1,4	1,6-5,8	0,7	Ramadhan, 2013
2	Nilai Kalor (Cal/g)	10727,6-10836,8	10955,7	10861,4	11297,4	Surono, 2013
3	Densitas (g/ml)	0,8	0,9	0,8	0,7	Pertamina, 2016
4	Flash Point (°C)	32,2	60,2	50,0	43,0	

Dari tabel 4.5 dapat diketahui bahwa minyak pirolisis plastik LDPE bisa digunakan sebagai bahan bakar minyak alternatif karena memiliki slisih nilai kalor yang tidak jauh beda dengan minyak tanah, solar, dan premium.