

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Tabel 4.1 Data Temperatur di dalam bejana *distillator*

Waktu (menit)	Temperatur (°C)					
	<i>Hydro Distillation</i>			<i>Steam Hydro Distillation</i>		
	Tekanan 1 bar	Tekanan 2 bar	Tekanan 3 bar	Tekanan 1 bar	Tekanan 2 bar	Tekanan 3 bar
0	30	28	29	27	27	28
20	53	61	60	53	60	62
40	81	98	104	81	99	107
60	81	100	118	83	101	117
80	85	100	115	83	101	116
100	86	100	116	83	101	115
120	87	100	115	83	101	115
140	82	101	115	84	102	116
160	83	100	116	84	101	116
180	84	101	115	84	102	116
200	81	102	115	84	102	-
220	82	101	-	84	102	-
240	83	102	-	85	102	-
260	83	-	-	85	-	-
280	83	-	-	85	-	-
300	84	-	-	-	-	-

4.1.1 Data Hasil Penelitian dengan Metode *Hydro Distillation*

Penelitian ini menggunakan bejana *distillator* dengan metode *hydro distillation* dengan variasi tekanan 1 bar, 2 bar, dan 3 bar yang telah menghasilkan beberapa data. Hasil data penelitian dengan menggunakan metode *hydro distillation* dapat dilihat pada tabel 4.2; 4.3; 4.4.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian metode *Hydro Distillation* pada tekanan 1 bar

Tekanan 1 bar			
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0,05	0,05	0,05
60	0,5	0,48	0,48
80	0,9	0,86	0,86
100	1,4	1,33	1,33
120	1,6	1,52	1,52
140	1,9	1,81	1,81
160	2,3	2,19	2,19
180	2,5	2,38	2,38
200	2,6	2,47	2,47
220	2,7	2,57	2,57
240	2,8	2,66	2,66
260	2,9	2,76	2,76
280	3	2,85	2,85
300	3	2,85	2,85

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3 ml membutuhkan waktu 280 menit.

Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian metode *Hydro Distillation* pada tekanan 2 bar

Tekanan 2 bar			
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0,9	0,86	0,86
60	1,9	1,81	1,81
80	2,6	2,47	2,47
100	2,9	2,76	2,76
120	3	2,85	2,85
140	3,2	3,04	3,04
160	3,25	3,09	3,09
180	3,25	3,09	3,09
200	3,25	3,09	3,09
220	3,3	3,14	3,14
240	3,3	3,14	3,14

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,3 ml membutuhkan waktu 220 menit.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian *Hydro Distillation* pada tekanan 3 bar

Tekanan 3 bar			
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0	0	0
60	2,55	2,42	2,42
80	2,9	2,76	2,76
100	3	2,85	2,85
120	3,05	2,90	2,90
140	3,05	2,90	2,90
160	3,1	2,95	2,95
180	3,1	2,95	2,95
200	3,1	2,95	2,95

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,1ml membutuhkan waktu 160 menit.

4.1.2 Data Hasil Penelitian dengan Metode *Steam Hydro Distillation*

Hasil data penelitian dengan menggunakan metode *steam hydro distillation* dengan variasi tekanan 1 bar, 2 bar, dan 3 bar dapat dilihat pada tabel 4.5; 4.6; dan 4.7.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian metode *Steam Hydro Distillation* pada tekanan 1 bar

Tekanan 1 bar			
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0,2	0,19	0,19
60	1,9	1,81	1,81
80	2,5	2,38	2,38
100	2,8	2,66	2,66
120	3,05	2,90	2,90
140	3,25	3,09	3,09
160	3,4	3,23	3,23
180	3,5	3,33	3,33
200	3,55	3,37	3,37
220	3,55	3,37	3,37
240	3,6	3,42	3,42
260	3,6	3,42	3,42
280	3,6	3,42	3,42

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,6 ml membutuhkan waktu 240 menit.

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian metode *Steam Hydro Distillation* pada tekanan 2 bar

Tekanan 2 bar			
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	1,2	1,14	1,14
60	2,2	2,09	2,09
80	2,8	2,66	2,66
100	3,1	2,95	2,95
120	3,25	3,09	3,09
140	3,4	3,23	3,23
160	3,4	3,23	3,23
180	3,45	3,28	3,28
200	3,45	3,28	3,28
220	3,45	3,28	3,28
240	3,45	3,28	3,28

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,45 ml membutuhkan waktu 180 menit.

Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian metode *Steam Hydro Distillation* pada tekanan 3 bar

Tekanan 3 bar			
Waktu (menit)	Minyak (ml)	Berat (gr)	Rendemen (%)
0	0	0	0
20	0	0	0
40	0	0	0
60	2,8	2,66	2,66
80	3	2,85	2,85
100	3,2	3,04	3,04
120	3,3	3,14	3,14
140	3,35	3,18	3,18
160	3,35	3,18	3,18
180	3,35	3,18	3,18

Minyak nilam yang dihasilkan sebanyak 3,35 ml membutuhkan waktu 140 menit.

4.2 Pengolahan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari debit bakar yang dibutuhkan, energi yang dibutuhkan untuk distilasi tiap mili liter minyak nilam, rendemen.

Data yang diperoleh saat penelitian adalah sebagai berikut :

- Massa jenis (ρ) gas lpg = $2,1 \text{ kg/m}^3 = 0,0021 \text{ kg/L}$
- Daya = 700 watt = 700 Joule/sekon
- LHV gas propana = 46133,884 kJ/kg
- LHV gas butana = 46464,176 kJ/kg

- Komposisi gas LPG = 50% propana dan 50% butana

Contoh Perhitungan

1. Perhitungan Debit gas LPG yang dibutuhkan :

- Debit gas LPG tiap detik

$$E = \dot{m} \times LHV_{LPG}$$

$$E = (\dot{m} \times t) \times LHV_{LPG}$$

$$E = [(\rho \times Q) \times t] \times LHV_{LPG}$$

$$700 \text{ Joule/s} = [(0,0021 \text{ kg/L} \times Q) \times 1] \times 46299030 \text{ kJ/kg}$$

$$Q = 0,00729 \text{ L/s} = 0,44 \text{ L/menit}$$

2. Perhitungan Energi yang dibutuhkan untuk distilasi tiap mili liter.

- Nilai Kalor (LHV) gas LPG

$$LHV_{LPG} = (50\% \times LHV_{propane}) + (50\% \times LHV_{butana})$$

$$LHV_{LPG} = (0,5 \times 46133,884 \text{ kJ/kg}) + (0,5 \times 46464,176 \text{ kJ/kg})$$

$$LHV_{LPG} = 46299,03 \text{ kJ/kg} = 46299030 \text{ Joule/kg}$$

- Massa alir gas LPG

$$\dot{m} = \rho_{LPG} \times Q$$

$$\dot{m} = 0,0021 \text{ kg/L} \times 0,44 \text{ L/menit}$$

$$\dot{m} = 0,000924 \text{ kg/menit}$$

- Massa gas LPG

$$m = \dot{m} \times t$$

$$m = 0,000924 \text{ kg/menit} \times 240 \text{ menit}$$

$$m = 0,22 \text{ kg}$$

- Energi yang dibutuhkan untuk pembakaran

1. Energi pada metode *steam hydro distillation* pada tekanan 1 bar menit 240.

$$E = \text{massa}_{LPG} \times LHV_{LPG}$$

$$= 0,22 \text{ kg} \times 46299,03 \text{ kJoule/kg}$$

$$= 10267,3 \text{ kJoule}$$

2. Energi per mili liter minyak nilam pada metode *steam hydro distillation* pada tekanan 1 bar menit 240.

$$\text{Energi per ml minyak nilam} = \frac{E}{\text{Volume Minyak Nilam}}$$

$$= \frac{10267,3 \text{ kJoule}}{3,6 \text{ ml}}$$

$$= 2852.02 \frac{\text{kJoule}}{\text{ml}}$$

- Perhitungan Rendemen

Nilai Rendemen pada hasil minyak nilam dengan metode *steam hydro distillation* pada tekanan 1 bar menit 240.

$$\begin{aligned} \text{Rendemen} &= \frac{\text{berat minyak nilam}}{\text{berat spesimen uji}} \times 100\% \\ &= \frac{3,42 \text{ gram}}{100 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 3,42\% \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Data Hasil Perhitungan Energi LPG dengan Metode *Hydro Distillation*

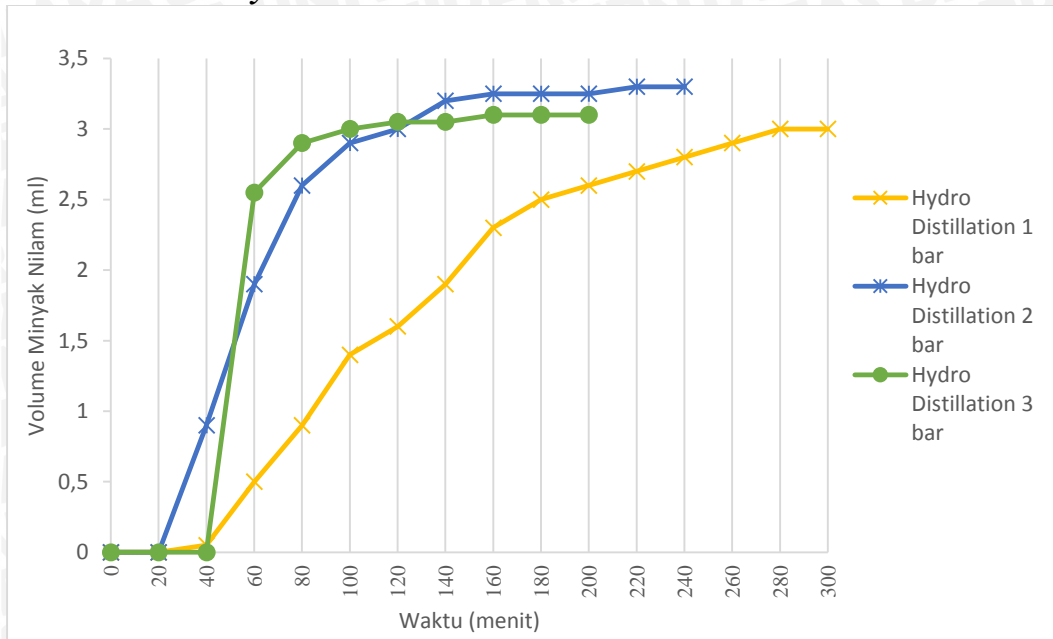
Tekanan (bar)	Massa LPG (kg)	Waktu (menit)	LHV (kJ/kg)	Energi (KJoule)	Energi per ml minyak nilam (Kjoule/ml)
1	0,26	280	46299,03	11978,5	3992,83
2	0,20	220	46299,03	9411,67	2852,02
3	0,15	160	46299,03	6844,85	2208,02

Tabel 4.9 Data Hasil Perhitungan Energi LPG dengan Metode *Steam Hydro Distillation*

Tekanan (bar)	Massa LPG (kg)	Waktu (menit)	LHV (kJ/kg)	Energi (KJoule)	Energi per ml minyak nilam (Kjoule/ml)
1	0,22	240	46299,03	10267,3	2852,02
2	0,17	180	46299,03	7700,45	2232,02
3	0,13	140	46299,03	5989,24	1787,83

4.3 Analisa Grafik dan Pembahasan

4.3.1 Analisa Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Volume Minyak Nilam dengan metode *Hydro Distillation*



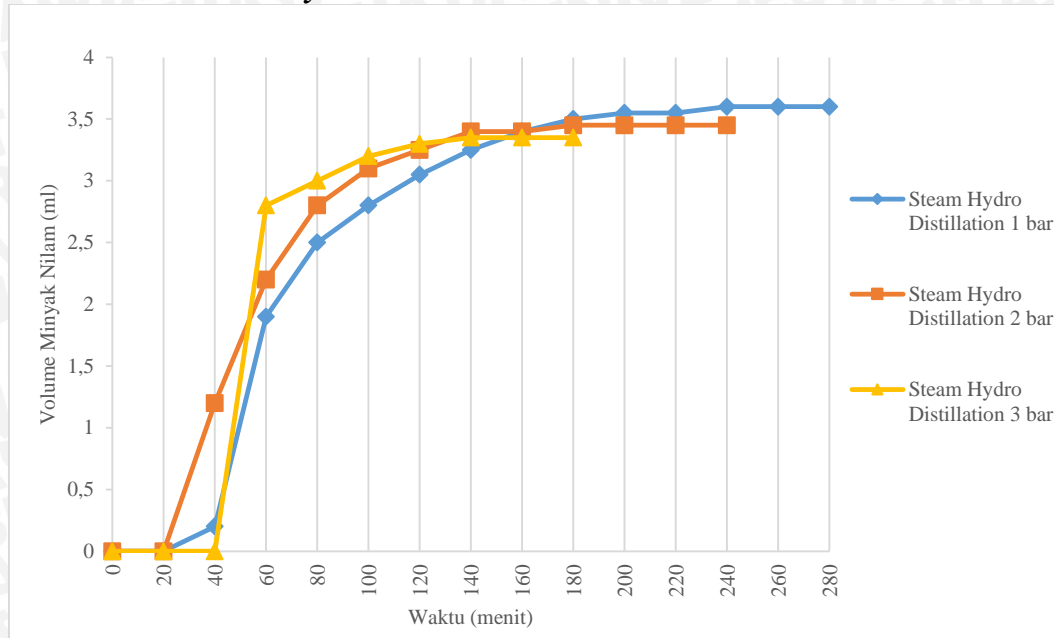
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Volume Minyak Nilam dan Waktu Destilasi dengan metode *Hydro Distillation*

Dari gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwa pengaruh tekanan terhadap volume minyak nilam dan waktu destilasi dengan metode *hydro distillation*, volume minyak nilam semakin bertambah naik seiring bertambahnya waktu selanjutnya berhenti bertambah volumenya pada waktu tertentu. Variasi tekanan pada metode *hydro distillation* pada saat penelitian yaitu 1 bar, 2 bar dan 3 bar.

Volume akhir minyak nilam dapat kita lihat bahwa dengan metode *hydro distillation* pada tekanan 1bar dihasilkan minyak sebesar 3 ml; tekanan 2 bar menghasilkan minyak sebesar 3,3 ml; dan tekanan 3 bar didapat volume minyak nilam sebesar 3,1 ml. Volume paling banyak dengan tekanan 2 bar yaitu sebesar 3,3 ml namun waktu distilasi yang membutuhkan waktu selama 220 menit, namun proses distilasi pada tekanan 3 bar paling singkat yaitu 160menit. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pada tekanan 1 bar dengan metode *hydro distillation* membutuhkan waktu paling lama yaitu 280 menit. Penyebab sedikitnya minyak yang dihasilkan dengan metode *hydro distillation* yaitu daun nilam bisa mengalami kerusakan karena *overheat* dengan bersentuhan dengan media api yang dibatasi dinding panci *preesure* cooker. Dilihat dari grafik diatas, menunjukkan semakin tinggi tekanan maka waktu untuk menyelesaikan proses ekstraksi dengan metode *hydro distillation* sampai volume minyak nilam berhenti bertambah semakin pendek. Hal ini sudah sesuai

dengan teori dimana semakin besar tekanan yang digunakan pada distilasi maka ekstraksi minyak yang dihasilkan semakin cepat.

4.3.2 Analisa Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Volume Minyak Nilam dengan metode *Steam Hydro Distillation*



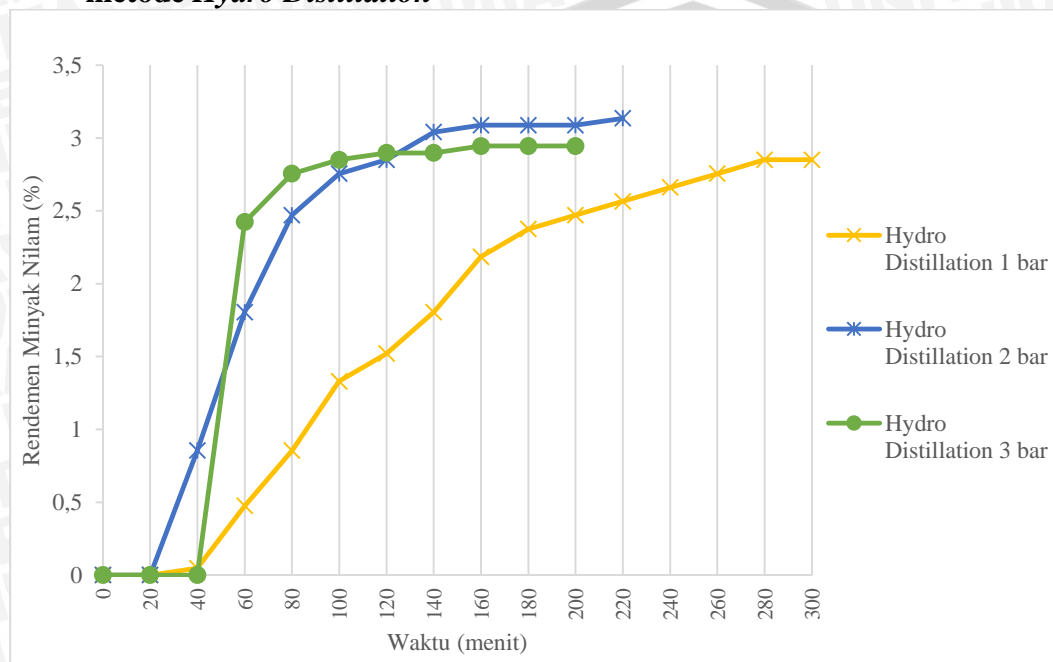
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Volume Minyak Nilam dan Waktu Destilasi dengan metode *Steam Hydro Distillation*

Dapat dilihat pada gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa pengaruh tekanan terhadap volume minyak nilam dan waktu destilasi dengan metode *steam hydro distillation*, volume minyak nilam semakin bertambah naik seiring bertambahnya waktu selanjutnya berhenti bertambah volumenya pada waktu tertentu. Variasi tekanan pada metode *steam hydro distillation* pada saat penelitian yaitu 1 bar, 2 bar dan 3 bar.

Dari gambar 4.2 diatas diperoleh volume akhir minyak nilam dengan metode *steam hydro distillation* pada tekanan 1bar dihasilkan minyak sebesar 3,6 ml; tekanan 2 bar menghasilkan minyak sebesar 3,45 ml; dan tekanan 3 bar didapat volume minyak nilam sebesar 3,35 ml. Volume paling banyak dengan tekanan 1 bar yaitu sebesar 3,6 ml namun waktu distilasi yang membutuhkan waktu selama 240 menit, namun proses distilasi pada tekanan 3 bar paling singkat yaitu 140 menit. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pada tekanan 2 bar dengan metode *steam hydro distillation* membutuhkan waktu yaitu 220 menit. Dilihat dari grafik diatas, menunjukkan semakin tinggi tekanan maka waktu untuk menyelesaikan proses ekstraksi dengan metode *steam hydro distillation* sampai volume minyak nilam berhenti bertambah semakin pendek. Hal ini sudah sesuai dengan teori dimana

semakin besar tekanan yang digunakan pada distilasi maka ekstraksi minyak yang dihasilkan semakin cepat. Peningkatan tekanan sebelumnya membutuhkan waktu lebih karena terlebih dahulu untuk meningkatkan temperatur sebelum pertama munculnya minyak. Namun waktu maksimal distilasi yang dibutuhkan pada tekanan 3 bar paling singkat.

4.3.3 Analisa Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Rendemen Minyak Nilam dengan metode *Hydro Distillation*



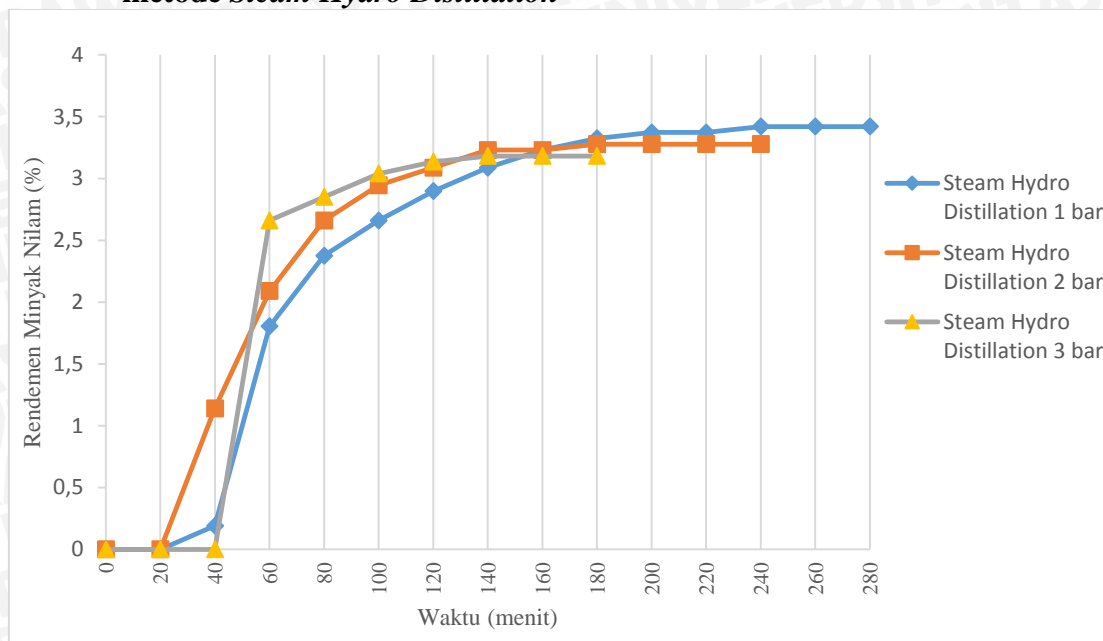
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Rendemen Minyak Nilam dan Waktu Destilasi dengan metode *Hydro Distillation*

Dari gambar 4.3 diatas dapat dilihat bahwa pengaruh tekanan terhadap rendemen minyak nilam dan waktu destilasi dengan metode *hydro distillation*, rendemen minyak nilam semakin bertambah naik seiring bertambahnya waktu selanjutnya berhenti bertambah rendemennya pada waktu tertentu. Variasi tekanan pada metode *hydro distillation* pada saat penelitian yaitu 1bar, 2bar dan 3bar.

Rendemen adalah hasil bagi berat minyak nilam antara berat spesimen uji kemudian hasilnya dikalikan 100%, satuan rendemen adalah persentase (%). Rendemen minyak nilam dapat kita lihat bahwa dengan metode *hydro distillation* dihasilkan minyak sebesar 2,85% pada tekanan 1 bar; 3,14% pada tekanan 2 bar; dan 2,95% pada tekanan 3 bar. Diketahui hasil rendemen paling banyak dengan tekanan 2 bar yaitu sebesar 3,14 ml namun waktu distilasi yang membutuhkan waktu selama 220 menit, namun proses distilasi pada tekanan 3 bar paling singkat yaitu 160 menit. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pada tekanan 1 bar dengan metode *hydro distillation* membutuhkan waktu paling lama yaitu 280 menit. Hal ini

sudah sesuai dengan teori dimana semakin besar tekanan yang digunakan pada distilasi *hydro distillation* maka ekstraksi minyak yang dihasilkan semakin cepat.

4.3.4 Analisa Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Rendemen Minyak Nilam dengan metode *Steam Hydro Distillation*

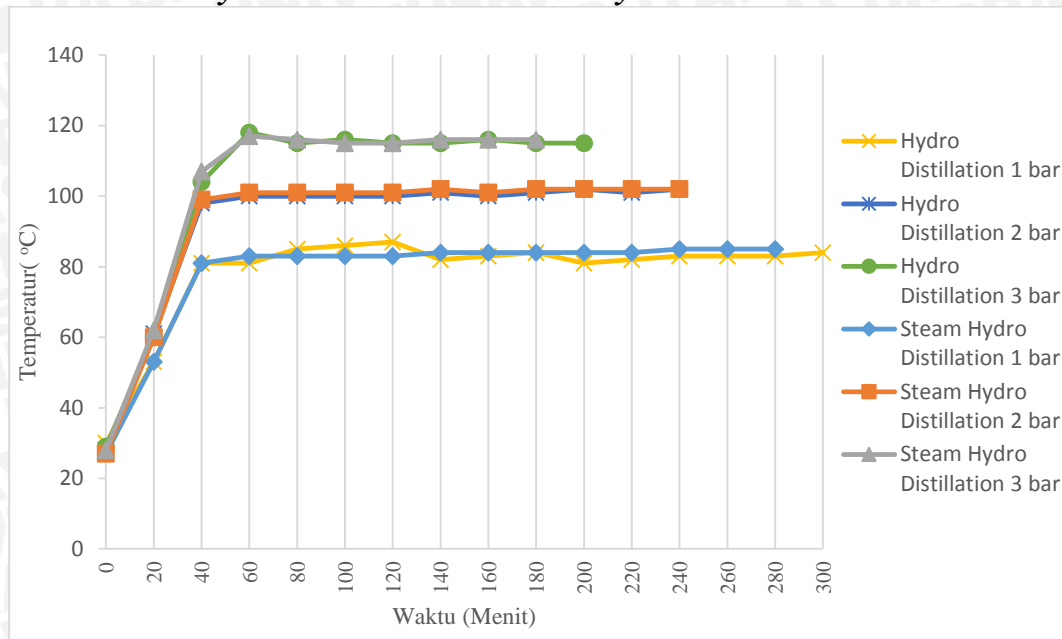


Gambar 4.4 Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Rendemen Minyak Nilam dan Waktu Destilasi dengan metode *Steam Hydro Distillation*

Dari gambar 4.4 diatas dapat dilihat bahwa pengaruh tekanan terhadap rendemen minyak nilam dan waktu destilasi dengan metode *steam hydro distillation*, rendemen minyak nilam semakin bertambah naik seiring bertambahnya waktu selanjutnya berhenti bertambah rendemennya pada waktu tertentu. Variasi tekanan pada metode *hydro distillation* pada saat penelitian yaitu 1 bar, 2 bar dan 3 bar.

Rendemen minyak nilam dapat kita menunjukkan bahwa dengan metode *steam hydro distillation* dihasilkan minyak sebesar 3,42% pada tekanan 1 bar; 3,28% pada tekanan 2 bar; dan 3,18% pada tekanan 3 bar. Diketahui hasil rendemen paling banyak dengan tekanan 1bar yaitu sebesar 3,42% namun waktu distilasi yang membutuhkan waktu selama 240 menit, namun proses distilasi pada tekanan 3 bar paling singkat yaitu 140 menit. Sedangkan waktu yang dibutuhkan pada tekanan 2 bar dengan metode *hydro distillation* membutuhkan waktu paling lama yaitu 180 menit. Dilihat dari grafik diatas, menunjukkan semakin tinggi tekanan maka waktu untuk menyelesaikan proses ekstraksi dengan metode *steam hydro distillation* sampai volume minyak nilam berhenti bertambah semakin pendek. Hal ini sudah sesuai dengan teori dimana semakin besar tekanan yang digunakan pada distilasi maka ekstraksi minyak yang dihasilkan semakin cepat.

4.2.5 Analisa Grafik Pengaruh Tekanan terhadap Temperatur Distilasi dengan Metode *Hydro Distillation* dan *Steam Hydro Distillation*

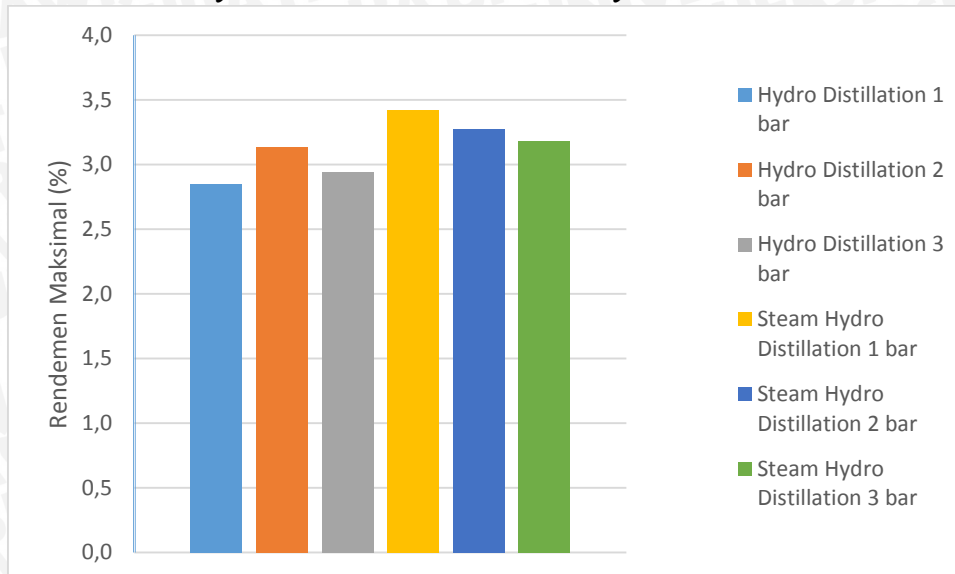


Gambar 4.5 Grafik Hubungan Tekanan Terhadap Temperatur Minyak Nilam dan Waktu Destilasi dengan Metode *Hydro Distillation* dan *Steam Hydro Distillation*

Dapat dilihat pada gambar 4.5 di atas bahwa temperatur awal pelarut berkisar 27°C disemua tekanan pada metode *hydro distillation* maupun *steam hydro distillation*. Pada menit 40 tekanan 1 bar di kedua metode tersebut, mengalami peningkatan temperatur menjadi sebesar 81°C kemudian pada menit seterusnya temperatur rata-rata 82°C . Pada tekanan 2 bar menit 40 di kedua metode tersebut, temperatur rata-rata meningkat mencapai 98°C kemudian pada menit seterusnya temperatur rata-rata 100°C . Perbedaan kecepatan kenaikan temperatur tekanan 1 bar dengan tekanan 2 bar hanya pada pengaturan *check valve*. Pada tekanan 1 bar, *check valve* dibuka mulai awal api dinyalakan. Pada tekanan 2 bar, *check valve* ditutup mulai awal api dinyalakan sehingga temperatur diruang distilasi cepat naik. Kemudian setelah *pressure gauge* menunjukkan pada indikator angka sebesar 1bar, *check valve* dibuka sedikit supaya tekanan tidak drop. Pada tekanan 3 bar di kedua metode tersebut, temperatur di menit 40 rata-rata sebesar 105°C . Pada menit 60, temperatur rata – rata sebesar 117°C dengan tekanan 3 bar. Makin lama *check valve* ditutup (uap tidak mengalami kebocoran) maka temperatur akan naik terus selama masih mendapatkan pemanasan. Hal ini sudah sesuai dengan teori dimana temperatur akan cepat naik apabila dikondisikan ruangan tersebut tertutup rapat/ tanpa kebocoran setelah mendapatkan pemanasan terus-menerus.

Pemanasan dimulai dari permukaan bahan tersebut dan tergantung pada besarnya konduktivitas termal konveksi dan konduksi bahan.

4.3.6 Analisa Grafik Rendemen Maksimal Minyak Nilam yang dihasilkan dengan Metode *Hydro Distillation* dan *Steam Hydro Distillation*

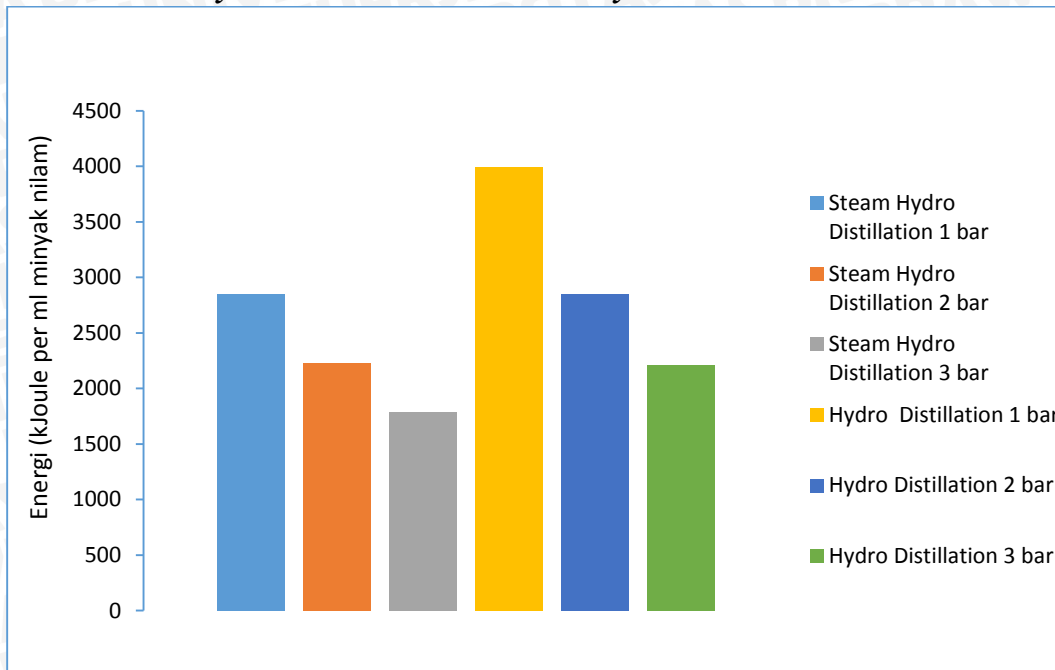


Gambar 4.6 Grafik Rendemen Maksimal Minyak Nilam yang dihasilkan dengan Metode *Hydro Distillation* dan *Steam Hydro Distillation*

Dari gambar 4.6 diatas dapat dilihat bahwa rendemen maksimal minyak nilam yang dihasilkan dengan metode *hydro distillation* dan *steam hydro distillation*, hasil rendemen berurutan dimulai dari tekanan 1 bar, 2 bar dan 3 bar yaitu 2,85%; 3,14%; 2,95% dan rendemen dengan metode *steam hydro distillation* 3,42%; 3,28%; 3,14%.

Berdasarkan hasil rendemen dari kedua metode tersebut dapat diketahui bahwa rendemen yang dihasilkan dari metode *steam hydro distillation* lebih banyak daripada metode *hydro distillation*. Ini sudah sesuai dengan teori tentang distilasi yang menyatakan bahwa minyak yang dihasilkan dengan metode *steam hydro distillation* lebih banyak daripada metode *hydro distillation*.

4.3.7 Analisa Grafik Energi Gas LPG yang dibutuhkan Tiap ml Minyak Nilam Metode *Hydro Distillation* dan *Steam Hydro Distillation*



Gambar 4.7 Grafik Energi Gas LPG yang dibutuhkan Tiap ml Minyak Nilam dengan Metode *Hydro Distillation* dan *Steam Hydro Distillation*

Pada gambar 4.7 diatas menunjukkan hubungan energi tiap satuan berat atau disebut juga dengan entalpi, ditunjukkan bahwa energi (kJoule) yang dibutuhkan tiap mililiter minyak nilam. Metode yang dimulai dari *hydro distillation* kemudian *steam hydro distillation*, dengan variasi tekanan berturut – turut dari 1 bar, 2 bar, 3 bar. Energi yang dibutuhkan tiap mililiter minyak nilam dengan metode *hydro distillation* dari tekanan 1 bar, 2 bar, 3 bar yaitu 2852,02 kJoule; 2232,02 kJoule; 1787,83 kJoule. Sedangkan energi yang dibutuhkan tiap mililiter minyak nilam dengan metode *Steam Hydro Distillation* dari tekanan 1 bar, 2 bar, 3 bar yaitu 3992,82 kJoule; 2852,02 kJoule; 2208,02 kJoule.

Dapat diketahui bahwa di kedua metode tersebut, energi yang dibutuhkan tiap mililiter rendemen minyak nilam semakin sedikit dimulai dari yang tekanan 3 bar, 2 bar, dan 1 bar yang terbanyak. Hal ini sudah sesuai hipotesis bahwa semakin tinggi tekanan mengakibatkan entalpi semakin kecil sehingga energi yang digunakan semakin kecil. Maka proses ekstraksi minyak yang dihasilkan semakin cepat dikarenakan seiring dengan naiknya temperatur pada tempat tertutup.