

BAB IV

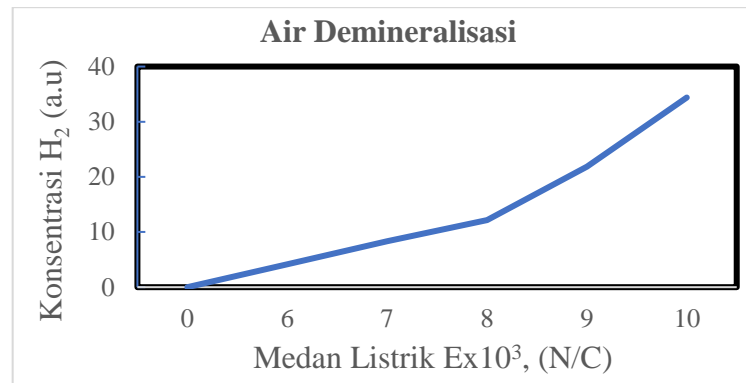
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mengetahui Transformasi Fasa Air Menjadi Gas H₂/O₂

Pada penelitian ini, untuk mengetahui kandungan gas hidrogen yang dihasilkan dari proses transformasi fasa air menjadi gas H₂/O₂, dilakukan pengujian dengan metode kualitatif, yaitu pengujian yang hanya menampilkan peningkatan volume hidrogen yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sensor MQ-8 yang dihubungkan dengan *microcontroller* arduino uno. Dimana dengan menggunakan sensor tersebut dapat mengetahui kadar gas hidrogen hasil dari pemisahan molekul air yang dilakukan, hasil dari pengukuran akan ditampilkan pada laptop. Pengambilan data dilakukan dengan variasi medan listrik (N/C). Dari hasil pengujian kualitatif, didapatkan hasil kandungan gas hidrogen dari air demineralisasi dan air kondensasi, yaitu:

4.1.1 Kandungan Gas H₂/O₂ Air Demineralisasi

Berikut ini merupakan grafik hasil identifikasi gas hidrogen pada proses transformasi fasa air demineralisasi menjadi gas, yaitu:

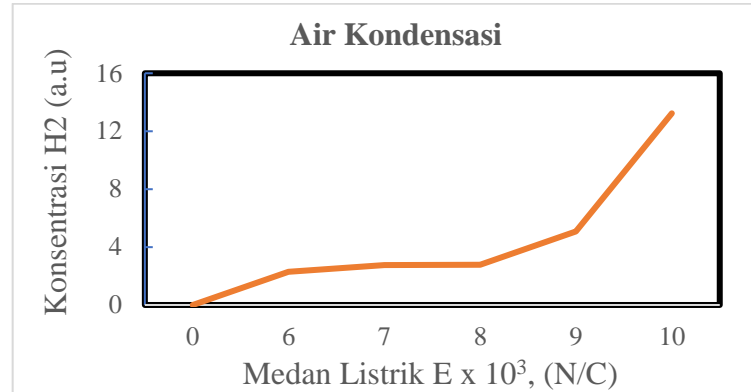


Gambar 4.1 Grafik Identifikasi Gas Hidrogen Pada Air Demineralisasi

Pada gambar 4.1 grafik terlihat seiring meningkatnya medan listrik, konsentrasi hidrogen yang dihasilkan dari proses transformasi fasa air demineralisasi juga meningkat secara signifikan. Setiap kenaikan pada medan listrik menyebabkan kenaikan konsentrasi gas hidrogen.

4.1.2 Kandungan Gas H₂/O₂ Air Kondensasi

Berikut ini merupakan grafik hasil identifikasi gas hidrogen pada proses transformasi fasa air kondensasi menjadi gas, yaitu:

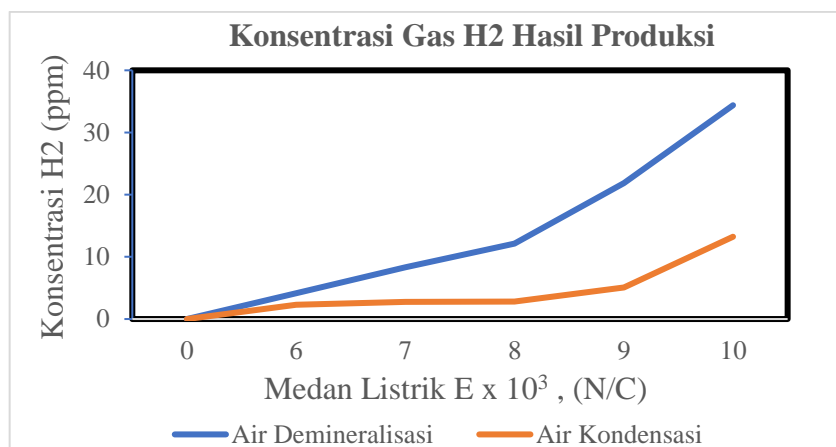


Gambar 4.2 Grafik Identifikasi Gas Hidrogen Pada Air Kondensasi

Pada gambar grafik di atas konsentrasi hidrogen hasil transformasi fasa air kondensasi menunjukkan peningkatan seiring dengan meningkatnya medan listrik. Pada awalnya, konsentrasi H₂ meningkat secara perlahan hingga pada medan listrik 8.000 N/C konsentrasi gas hidrogen meningkat secara signifikan.

4.1.3 Perbandingan Kandungan Gas H₂/O₂

Berikut ini merupakan grafik perbandingan hasil identifikasi gas hidrogen pada proses transformasi fasa air demineralisasi dengan air kondensasi menjadi gas, yaitu:



Gambar 4.3 Grafik Konsentrasi Gas H₂ Hasil Produksi

Dari gambar 4.3 dapat diketahui grafik konsentrasi gas hidrogen yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan medan listrik. Air demineralisasi menghasilkan konsentrasi hidrogen yang lebih tinggi dibandingkan air kondensasi pada setiap titik medan listrik yang diuji. Pada medan listrik tertinggi 10.000 N/C, air demineralisasi menghasilkan konsentrasi hidrogen yang lebih dari dua kali lipat dibandingkan air kondensasi. Dengan demikian, dapat membuktikan bahwa pada air demineralisasi maupun pada air kondensasi telah terjadi proses transformasi fasa air (H_2O) menjadi gas hidrogen dan oksigen (H_2/O_2) melalui identifikasi kenaikan konsentrasi gas hidrogen.

4.2 Membandingkan Volume Gas H_2/O_2 Yang Dihasilkan

Dalam penggunaan H_2/O_2 generator, elektroda yang terendam dalam air berfungsi sebagai anoda dan katoda yang menghantarkan arus listrik. Arus listrik yang melewati elektroda akan menghasilkan medan listrik antar elektroda yang menimbulkan pergerakan ion dan menghasilkan volume gas. Lamanya pengisian volume gas yang dihasilkan akan dihitung dengan setiap peningkatan medan listrik yang digunakan. Pada Tabel pengujian air demineralisasi dan air kondensasi menampilkan arus yang digunakan saat proses pemisahan molekul air berlangsung. Perhitungan volume gas dengan arus dilakukan dengan persamaan avogadro, perhitungan dimulai dengan mencari nilai muatan listrik (*coulumb*) yaitu dengan menggunakan rumus:

$$Q = I \times t \quad (4.1)$$

Dimana:

Q : muatan listrik (C)

I : arus listrik (A)

t : waktu yang digunakan

Mencari jumlah elemen muatan dengan menggunakan rumus:

$$n_e = \frac{q}{e} \quad (4.2)$$

Dimana:

n_e : muatan elektron (e)

Q : muatan listrik (c)

e : elektron ($1.6 * 10^{-19}$)

selanjutnya mencari mol dengan menggunakan rumus berikut:

$$\mathbf{mol} = \frac{n_e}{L} \quad (4.3)$$

Dimana:

mol : jumlah zat (mol)

n_e : muatan elektron (e)

L : bilangan avogadro ($6.02 * 10^{23}$)

Setelah mendapatkan nilai mol, volume gas bisa didapat dengan menggunakan rumus berikut:

$$\mathbf{Vol H_2 = mol \times v_{stp}} \quad (4.4)$$

Dimana:

Vol gas : jumlah volume gas (l)

mol : arus listrik (A)

V_{stp} : volume standar gas

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan H₂/O₂ generator. H₂/O₂ generator menggunakan bahan air demineralisasi dan air kondensasi. Kedua pelat sejajar pada H₂/O₂ generator diberi beda potensial untuk membangkitkan medan listrik diantara kedua pelat, dengan medan listrik 6.000 N/C, 7.000 N/C, 8.000 N/C, 9.000 N/C dan 10.000 N/C. Pengukuran dilakukan secara teratur untuk mengisi 90 ml gas H₂/O₂. Pada setiap medan listrik, pengujian dilakukan sebanyak 3x untuk mendapatkan nilai arus listrik (ampere) yang stabil, dan mendapatkan rata-rata waktu yang dihasilkan. Berikut ini merupakan hasil yang menunjukkan volume produksi gas dari transformasi fasa air menjadi gas H₂/O₂ pada air demineralisasi dan air kondensasi.

4.2.1 Volume Produksi Gas H₂/O₂ Pada Air Demineralisasi

Berikut ini merupakan tabel data waktu dan arus hasil pengujian yang telah dilakukan pada proses transformasi fasa air demineralisasi, yaitu:

Tabel 4.1 Data Waktu dan Arus Dari Pengujian Air Demineralisasi

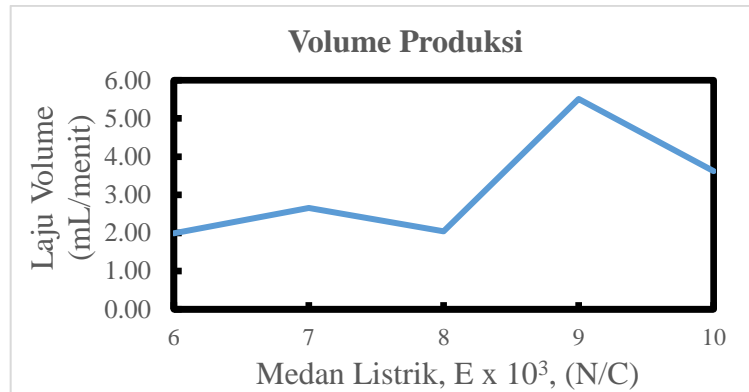
No	E x 10 ³	Waktu (Detik)				Arus (I)			
		t1	t2	t3	AVG t	i1	i2	i3	AVG Arus (A)
1	6	2549	2959	2633	2714	0.272	0.221	0.199	0.231
2	7	2228	2004	1870	2034	0.225	0.227	0.260	0.237
3	8	2629	2728	2577	2645	0.240	0.250	0.220	0.237
4	9	1042	923	975	980	0.475	0.507	0.490	0.491
5	10	1521	1514	1442	1492	0.334	0.350	0.331	0.338

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan volume produksi gas hidrogen pada proses transformasi fasa menggunakan air demineralisasi, yaitu:

Tabel 4.2 Volume Produksi Gas H₂/O₂ Dari Air Demineralisasi

No	E x 10 ³ (N/C)	V/t (ml/menit)	Q (C)	n _e	ΣV (Liter) H ₂ +O ₂	V (Liter) data	ΔV (Liter) H ₂
1	6	1,99	530,07	1,66.10 ⁺²¹	0,09	0,09	0,00
2	7	2,65	486,13	1,52.10 ⁺²¹	0,09	0,09	0,00
3	8	2,04	820,73	2,56.10 ⁺²¹	0,13	0,09	0,04
4	9	5,51	228,99	7,16.10 ⁺²¹	0,06	0,09	-0,03
5	10	3,62	240,27	7,51.10 ⁺²¹	0,06	0,09	-0,03

Dari data yang dihasilkan, dilakukan perhitungan untuk memperoleh volume produksi gas hidrogen dan oksigen menggunakan air demineralisasi. Berikut ini merupakan gambar grafik dari volume produksi gas hidrogen dan oksigen menggunakan air demineralisasi, yaitu:



Gambar 4.4 Volume Produksi Gas Hidrogen

Dari gambar 4.4 grafik menunjukkan laju volume produksi tidak konsisten pada setiap medan listrik. Terdapat fluktuasi dengan penurunan kecil pada medan listrik 8.000 N/C dan peningkatan yang signifikan pada 9.000 N/C, sebelum kembali menurun pada medan listrik 10.000 N/C. Hal ini menunjukkan adanya medan listrik optimal pada 9.000 N/C yang memaksimalkan laju volume produksi gas. Dengan demikian, medan listrik memiliki pengaruh yang bervariasi terhadap laju volume produksi, dengan medan listrik 9.000 N/C memberikan laju produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan medan listrik lainnya dalam rentang yang diuji.

4.2.2 Volume Produksi Gas H₂/O₂ Pada Air Kondensasi

Berikut ini merupakan tabel data waktu dan arus hasil pengujian yang telah dilakukan pada proses transformasi fasa air kondensasi, yaitu:

Tabel 4.3 Data Waktu dan Arus Dari Pengujian Air Kondensasi

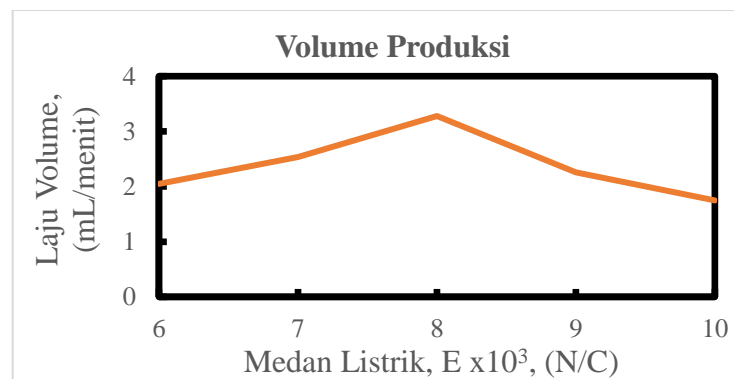
No	E x 10 ³	Waktu (Detik)				Arus (I)			
		t1	t2	t3	AVG t	i1	i2	i3	AVG Arus (A)
1	6	2522	2754	2840	2638	0.220	0.189	0.177	0.195
2	7	2123	2140	2080	2132	0.241	0.237	0.239	0.239
3	8	1568	1726	1615	1647	0.327	0.295	0.309	0.310
4	9	2594	2188	2154	2391	0.213	0.235	0.253	0.234
5	10	3309	2868	2490	3089	0.165	0.188	0.130	0.161

Berikut ini merupakan tabel hasil perhitungan volume produksi gas hidrogen pada proses transformasi fasa menggunakan air kondensasi, yaitu:

Tabel 4.4 Volume Produksi Gas H₂/O₂ Dari Air Kondensasi

No	E x 10 ³ (N/C)	V/t (ml/menit)	Q (C)	n _e	ΣV (Liter) H ₂ +O ₂	V (Liter) data	ΔV (Liter) H ₂
1	6	2,05	515,29	1,61.10 ⁺²¹	0,09	0,09	0,00
2	7	2,53	509,43	1,59.10 ⁺²¹	0,09	0,09	0,00
3	8	3,28	511,12	1,60.10 ⁺²¹	0,09	0,09	0,00
4	9	2,26	558,70	1,75.10 ⁺²¹	0,10	0,09	0,01
5	10	1,75	497,25	1,55.10 ⁺²¹	0,09	0,09	0,00

Dari data yang dihasilkan, dilakukan perhitungan untuk memperoleh volume produksi gas hidrogen dan oksigen menggunakan air kondensasi. Berikut ini merupakan gambar grafik dari volume produksi gas hidrogen dan oksigen menggunakan air kondensasi, yaitu:

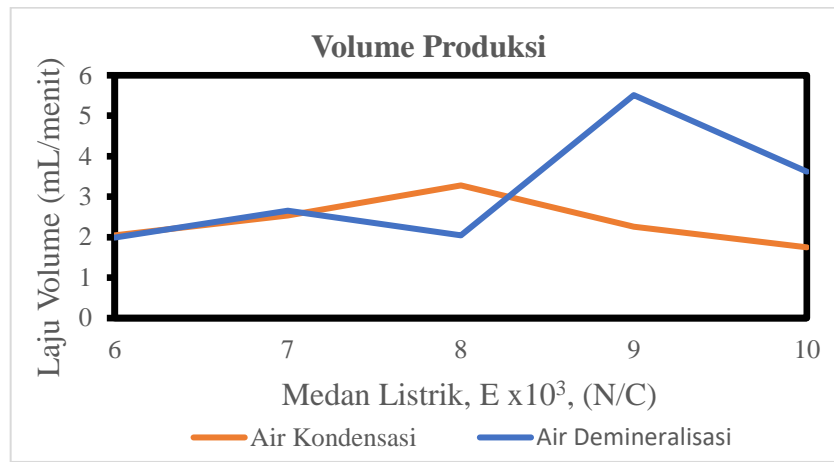


Gambar 4.5 Grafik Volume Produksi Gas H₂ Dari Air Kondensasi

Dari gambar 4.5 grafik menunjukkan laju volume produksi meningkat seiring dengan peningkatan medan listrik hingga mencapai puncaknya pada medan listrik 8.000 N/C. Setelah mencapai puncaknya, laju volume produksi mulai menurun dengan peningkatan medan listrik lebih lanjut. Hal ini menunjukkan adanya medan listrik optimal sekitar 8.000 N/C yang memaksimalkan laju volume produksi. Dengan demikian, medan listrik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap laju volume produksi, dengan peningkatan awal yang diikuti oleh penurunan setelah mencapai medan listrik optimal.

4.2.3 Perbandingan Volume Produksi Gas H₂/O₂

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan H₂/O₂ generator akan menghasilkan gas hidrogen dan oksigen yang bercampur dalam tabung generator. didapatkan molekul H₂O yang terkonversi menjadi senyawa gas H₂/O₂ mengalami kenaikan laju pemisahan molekul H₂O pada tiap medan listrik yang diberikan. Pada gambar grafik berikut menunjukkan perbandingan volume produksi gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari air demineralisasi dan air kondensasi.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Volume Produksi Gas

Gambar 4.6 grafik menunjukkan bahwa medan listrik memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap volume produksi menggunakan air demineralisasi dibandingkan dengan air kondensasi. Volume produksi dengan air demineralisasi menunjukkan variasi yang lebih signifikan, dengan peningkatan dan penurunan yang lebih tajam pada medan listrik yang berbeda. Laju produksi tertinggi dicapai pada medan listrik 9.000 N/C dengan nilai sekitar 5,5 mL/menit. Sedangkan pada volume produksi dengan air kondensasi cenderung lebih stabil dibandingkan dengan air demineralisasi, meskipun menunjukkan sedikit variasi. Laju produksi tertinggi dicapai pada medan listrik 8.000 N/C dengan nilai sekitar 3,2 mL/menit. Dengan demikian dapat diketahui bahwa air demineralisasi menghasilkan volume produksi gas hidrogen lebih banyak dibandingkan air kondensasi

4.3 Membandingkan Kerusakan Melalui Nilai TDS

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur konsentrasi semua unsur mineral yang terlarut dalam air dengan menggunakan alat TDS & EC meter pada air demineralisasi, air kondensasi dan air tanah. Sebelum air digunakan untuk merendam elektroda pada H₂/O₂ generator, terlebih dahulu air diukur dengan TDS & EC meter untuk mengetahui nilai awal TDS. Selanjutnya tiap masing-masing jenis air diuji dengan medan listrik 6.000 N/C, 7.000 N/C, 8.000 N/C, 9.000 N/C dan 10.000 N/C, pada H₂/O₂ generator secara bergantian. Pengujian dimulai dari medan listrik 6.000 N/C. Setiap kenaikan medan listrik, air dikeluarkan pada H₂/O₂ generator untuk diukur nilai TDS. Berikut ini merupakan grafik yang menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat TDS & EC meter

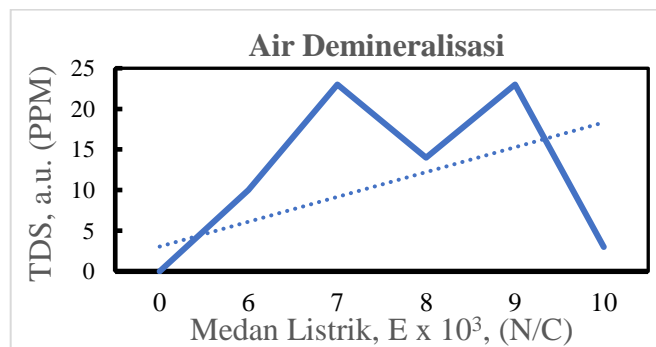
4.3.1 Nilai TDS Hasil Pengujian Air Demineralisasi

Berikut ini merupakan tabel dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui nilai TDS pada proses transformasi fasa air demineralisasi, yaitu:

Tabel 4.5 Nilai TDS Air Demineralisasi

No.	Volt	Δ TDS
1	0	0
2	6	10
3	7	23
4	8	14
5	9	23
6	10	3

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik untuk mempermudah melihat kenaikan dan penurunan nilai TDS yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik Nilai TDS Air Demineralisasi

Gambar 4.7 grafik di atas diketahui bahwa nilai TDS dalam air demineralisasi tidak meningkat secara linier dengan peningkatan medan listrik. Pada medan listrik 0 hingga 7.000 N/C terlihat kenaikan nilai TDS yang stabil. Pada medan listrik 8.000 N/C mengalami penurunan. Pada medan listrik 9.000 N/C terjadi kenaikan nilai TDS. Ada dua puncak signifikan yaitu; pada 7.000 N/C dan 9.000 N/C. Pada medan listrik 10.000 N/C, nilai TDS menurun drastis. Dengan demikian, air demineralisasi menunjukkan bahwa kandungan tidak stabil akibat bereaksi dengan elektroda, dengan kenaikan dan penurunan nilai TDS yang drastis.

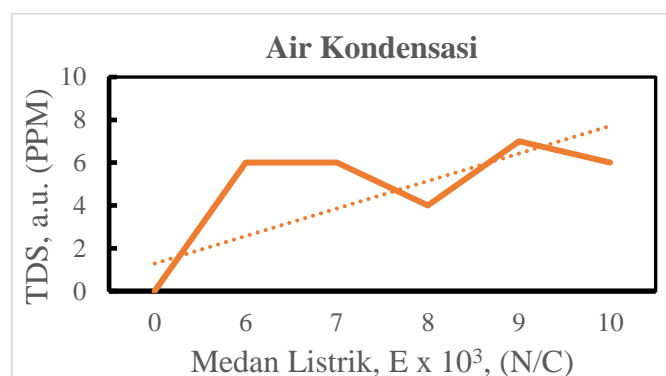
4.3.2 Nilai TDS Hasil Pengujian Air Kondensasi

Berikut ini merupakan tabel dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui nilai TDS pada proses transformasi fasa air Kondensasi, yaitu:

Tabel 4.6 Nilai TDS Air Kondensasi

No.	Volt	Δ TDS
1	0	0
2	6	6
3	7	6
4	8	4
5	9	7
5	10	6

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik untuk mempermudah melihat kenaikan dan penurunan nilai TDS yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.8 Grafik Nilai TDS Air Kondensasi

Pada gambar 4.8 grafik di atas diketahui bahwa medan listrik yang rendah 0 hingga sekitar 6.000 N/C, TDS meningkat. Dari medan listrik 6.000 N/C ke 7.000 N/C, TDS tetap konstan. Selanjutnya dari medan listrik 7.000 N/C hingga 8.000 N/C, TDS sedikit menurun. Setelah itu, TDS kembali meningkat hingga mencapai puncaknya pada sekitar 9.000 N/C dan kemudian menurun lagi sedikit saat medan listrik mencapai 10.000 N/C. Garis tren menunjukkan bahwa meskipun terdapat fluktuasi, secara umum ada kecenderungan peningkatan nilai TDS. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan zat padat pada air kondensasi meningkat seiring dengan meningkatnya medan listrik, dengan kenaikan nilai TDS yang sangat kecil.

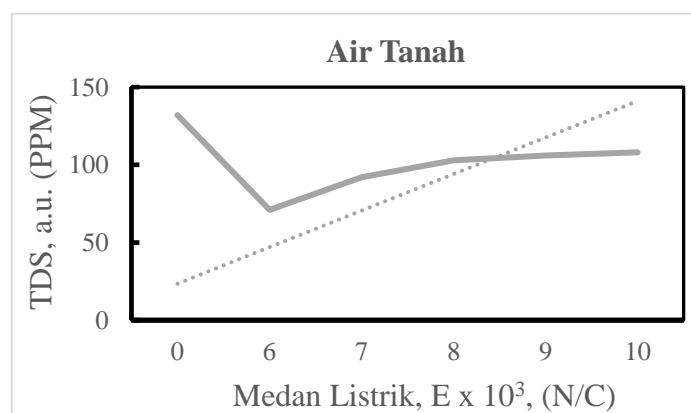
4.3.3 Nilai TDS Hasil Pengujian Air Tanah

Berikut ini merupakan tabel dari hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui nilai TDS pada proses transformasi fasa air tanah, yaitu:

Tabel 4.7 Nilai TDS Air Tanah

No.	Volt	Δ TDS
1	0	132
2	6	71
3	7	92
4	8	103
5	9	106
6	10	108

Dari tabel diatas kemudian dibuat grafik untuk mempermudah melihat kenaikan dan penurunan nilai TDS yaitu sebagai berikut:

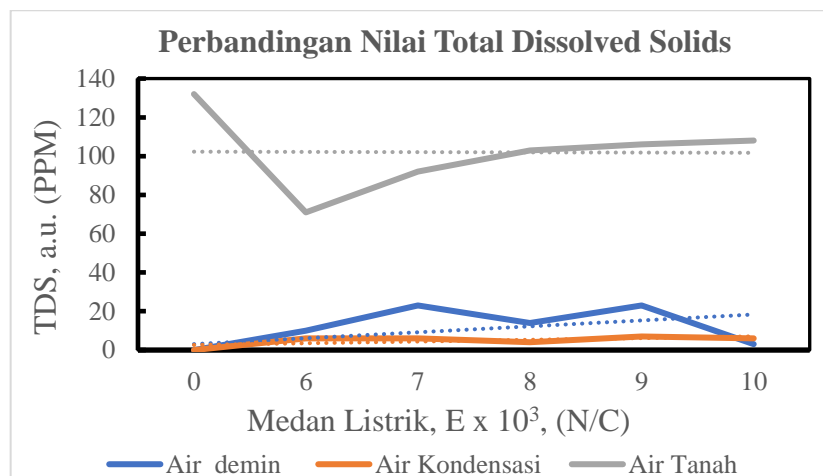


Gambar 4.9 Nilai TDS Air Tanah

Pada gambar 4.9 grafik di atas dapat dilihat tanpa medan listrik, air tanah memiliki nilai TDS 132 PPM yang kemudian menurun drastis ketika diberikan medan listrik 6.000 N/C, dari 132 PPM menjadi 71 PPM. Pada medan listrik 6.000 N/C sampai 10.000 N/C, TDS mulai meningkat. Hal ini menunjukkan sebagian besar kandungan zat padat pada air tanah akan menempel pada elektroda ketika diberikan medan listrik dan secara perlahan zat padat yang menempel pada elektroda akan terlepas seiring dengan kenaikan medan listrik.

4.3.4 Perbandingan Nilai TDS Hasil Pengujian

Berikut ini merupakan tabel perbandingan pengujian yang telah dilakukan untuk mengetahui nilai TDS pada proses transformasi fasa air, yaitu:



Gambar 4.10 Pengaruh Perbandingan Nilai TDS

Pada gambar 4.10 grafik menunjukkan pengaruh kenaikan medan listrik terhadap nilai TDS pada air demineralisasi, air kondensasi dan air tanah. Pada air tanah mengalami penurunan yang drastis pada medan listrik 6.000 N/C, hal ini menunjukkan berkurangnya kandungan zat padat pada air tanah, sebagian besar menempel pada elektroda karna pengaruh dari medan listrik. Seiring dengan kenaikan medan listrik nilai TDS perlahan meningkat, dimana mengartikan kandungan zat padat pada air tanah perlahan terlepas pada elektroda. Dimana dapat mengakibatkan kerusakan pada elektroda, hal ini telah dibuktikan pada penelitian sebelumnya, telah terjadi kerusakan pada elektroda dengan menggunakan air tanah pada proses polarisasi plat sejajar (Zuhro, 2023).

Pada air demineralisasi memiliki nilai TDS yang tidak stabil, terjadi kenaikan hingga medan listrik 7.000 N/C, kemudin mengalami penurunan pada medan listrik 8.000 N/C, lalu naik kembali pada medan listrik 9.000 N/C dan turun kembali pada medan listrik 10.000 N/C. Hal ini menunjukkan kandungan zat padat pada air demineralisasi meningkat akibat pelepasan zat padat pada elektroda. Penurunan kandungan zat padat pada air demineralisasi diakibatkan menempelnya kandungan zat padat pada elektroda. Dengan kenaikan dan penurunan nilai TDS yang drastis membuat air demineralisasi masih kurang tepat jika digunakan dalam proses tranformasi fasa polarisasi plat sejajar.

Pada air kendensasi mengalami kenaikan dan penurunan nilai TDS yang diakibatkan pelepasan dan penempelan kandungan zat padat pada elektroda. Namun air kondensasi cenderung memiliki nilai TDS yang stabil dengan mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan. tetapi pelepasan dan penempelan zat padat pada elektroda memiliki nilai TDS yang sangat kecil sehingga berlangsung sangat lambat. Dengan demikian air kondensasi lebih baik digunakan dalam proses transformasi fasa metode polarisasi plat sejajar, karna memiliki dampak yang rendah terhadap reaksi medan listrik elektroda dan jauh lebih baik jika dibandingkan dengan air demineralisasi.