

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian tegangan listrik yang diperoleh dari masing-masing variabel. Terdapat 9 variabel yang dilakukan 3 pengujian pada setiap variabel jadi pengujian yang dilakukan sebanyak 27. Dengan menggunakan avometer atau multimeter digital.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian

Sumber: dokumentasi pribadi

No	Penambahan Belah Pipa	Jumlah Sudu	Sudut Kemiringan Belah Pipa	Rpm Turbin	Rpm Generator	Uji 1 (Volt)	Uji 2 (Volt)	Uji 3 (Volt)	Rata-rata (Volt)	Efisiensi Sistem
1	3	10	45	65,14	570	21,95	22	22,05	22	10,98
2	3	12	30	68	595	23,47	23,32	23,11	23,3	11,14
3	3	14	15	72,46	634	23,95	24,16	23,68	23,93	10,73
4	4	10	30	73,37	642	24,84	24,74	24,21	24,5967	10,89
5	4	12	15	74,4	651	24,68	24,79	24,53	24,6667	10,77
6	4	14	45	72,69	636	24,58	24,53	24,63	24,58	10,99
7	5	10	15	75,54	661	24,68	24,74	24,74	24,72	10,63
8	5	12	45	74,86	655	24,63	24,74	24,68	24,6833	10,71
9	5	14	30	76,69	671	24,74	24,84	24,68	24,7533	10,49

Dari table 4.1 bisa dijelaskan bahwa pada 9 pengujian untuk mendapatkan hasil dari tegangan dari setiap variable diperlukan waktu 3 menit sekali untuk uji 1, uji 2, uji 3. Dimana nanti setiap pengujian akan didapatkan hasil yang berbeda-beda dan selanjutnya didapatkan hasil dari uji 1, uji 2, uji 3 yang nantinya akan dijumlah dan dibagi 3 untuk mendapatkan hasil dari rata-rata tegangan.

4.2 Analisa data hasil pengujian

4.2.1 Analisa hasil pengujian

Berdasarkan data hasil pengujian tegangan listrik seperti pada tabel 4.1 ada 9 variabel pengujian turbin air terapung dan setiap variabel terdapat 3 kali pengujian, maka pengujian dilakukan sebanyak 27 kali pengujian bertujuan untuk mendapat perbandingan data yang maksimal.

1. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 3, jumlah sudu 10, dan sudut kemiringan belah pipa 45°. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 22 volt, rpm turbin 65,14, dan rpm generator 570.
2. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 3, jumlah sudu 12, dan sudut kemiringan belah pipa 30°. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 23,3 volt, rpm turbin 68, dan rpm generator 595.
3. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 3, jumlah sudu 14, dan sudut kemiringan belah pipa 15°. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 23,93 volt, rpm turbin 72,46, dan rpm generator 634.
4. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 4, jumlah sudu 10, dan sudut kemiringan belah pipa 30°. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 24,5967 volt, rpm turbin 73,37, dan rpm generator 642.
5. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 4, jumlah sudu 12, dan sudut kemiringan belah pipa 15°. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 24,6667 volt, rpm turbin 74,4, dan rpm generator 651.
6. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 4, jumlah sudu 14, dan sudut kemiringan belah pipa 45°. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 24,58 volt, rpm turbin 72,69, dan rpm generator 636.

7. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 10, dan sudut kemiringan belah pipa 15° .

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 24,72 volt, rpm turbin 75,54, dan rpm generator 661.

8. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 12, dan sudut kemiringan belah pipa 45° .

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 24,6833 volt, rpm turbin 74,86, dan rpm generator 655.

9. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 14, dan sudut kemiringan belah pipa 30° .

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata tegangan listrik 24,7533 volt, rpm turbin 76,69, dan rpm generator 671.

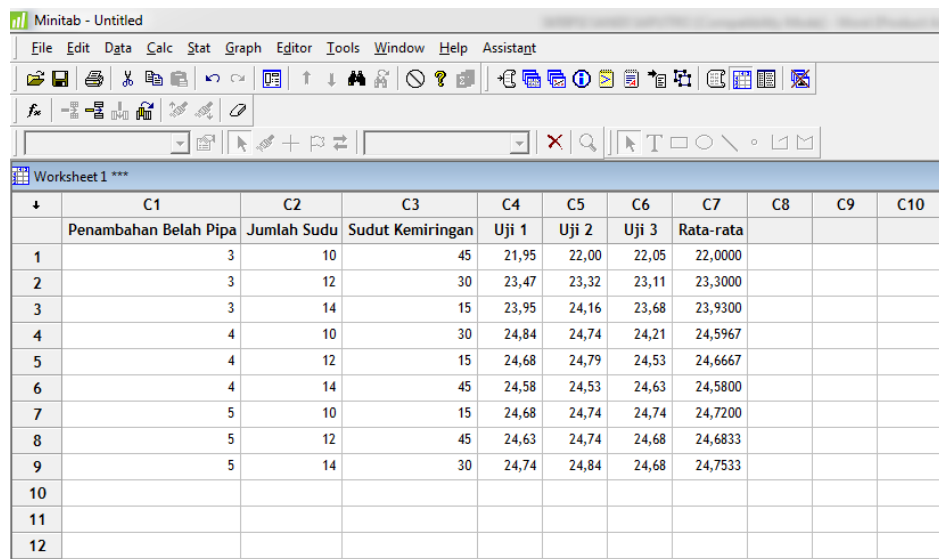
Hasil pengujian tegangan listrik yang dihasilkan untuk variabel dengan variasi jumlah sudu, penambahan belah pipa, dan sudut pada penambahan belah pipa pada turbin air terapung variabel 1, variabel 2, variabel 3, variabel 4, variabel 5, variabel 6, variabel 7, variabel 8, variabel 9, terdapat perbedaan tegangan listrik yang dihasilkan. Perbedaan ini disebabkan oleh :

1. Besarnya penambahan belah pipa yang digunakan sangat berpengaruh pada hasil tegangan yang dihasilkan.
2. Kecilnya sudut pada penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin.
3. Banyaknya jumlah sudu yang digunakan pada turbin.

4.2.2 Analisa Hasil Pengujian Berdasarkan Metode Taguchi Dan Perhitungan Manual

A. Hasil Analisis Taguchi

Data uji taguchi merupakan data yang di dapat dari pengujian lapangan dan diolah dengan menggunakan metode taguchi dan nilai dari rata-rata pengujian yang digunakan sebagai penentu hasil dari pengolahan data.



	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	Penambahan Belah Pipa	Jumlah Sudu	Sudut Kemiringan	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata			
1	3	10	45	21,95	22,00	22,05	22,0000			
2	3	12	30	23,47	23,32	23,11	23,3000			
3	3	14	15	23,95	24,16	23,68	23,9300			
4	4	10	30	24,84	24,74	24,21	24,5967			
5	4	12	15	24,68	24,79	24,53	24,6667			
6	4	14	45	24,58	24,53	24,63	24,5800			
7	5	10	15	24,68	24,74	24,74	24,7200			
8	5	12	45	24,63	24,74	24,68	24,6833			
9	5	14	30	24,74	24,84	24,68	24,7533			
10										
11										
12										

Gambar 4.1 Data Uji Taguchi

Sumber: Dokumentasi pribadi

Data uji taguchi ini merupakan data yang di dapat dari rancangan penelitian yang selanjutnya diolah dengan dengan menggunakan metode taguchi dan dari nilai rata-rata yang diperoleh dari pengujian rancangan penelitian yang selanjutnya digunakan sebagai penentu hasil dari pengolahan data taguchi.

welcome to Minitab, press F1 for help.

Taguchi Design

Taguchi Orthogonal Array Design

L9(3**3)

Factors: 3

Runs: 9

Gambar 4.2 Taguchi Design

Sumber: Dokumentasi pribadi

Gambar diatas menjelaskan pemilihan *Orthogonal Array* (*OA*), dimana dalam memilih jenis *Orthogonal Array* harus diperhatikan jumlah level faktor yang diamati. Untuk penelitian yang saya pakai menggunakan L9 (3^{*3}) dimana L9 adalah pengujian yang dilakukan 9 kali, untuk (3^{*3}) adalah berdasarkan jumlah variabel yang digunakan.

Taguchi Analysis: Rata-rata versus Penambahan B; Jumlah Sudu; Sudut Kemiri

Response Table for Signal to Noise Ratios
Larger is better

Level	Penambahan Belah Pipa	Jumlah Sudu	Sudut Kemiringan
1	27,26	27,51	27,76
2	27,82	27,68	27,68
3	27,86	27,75	27,50
Delta	0,60	0,25	0,26
Rank	1	3	2

Response Table for Means

Level	Penambahan Belah Pipa	Jumlah Sudu	Sudut Kemiringan
1	23,08	23,77	24,44
2	24,61	24,22	24,22
3	24,72	24,42	23,75
Delta	1,64	0,65	0,68
Rank	1	3	2

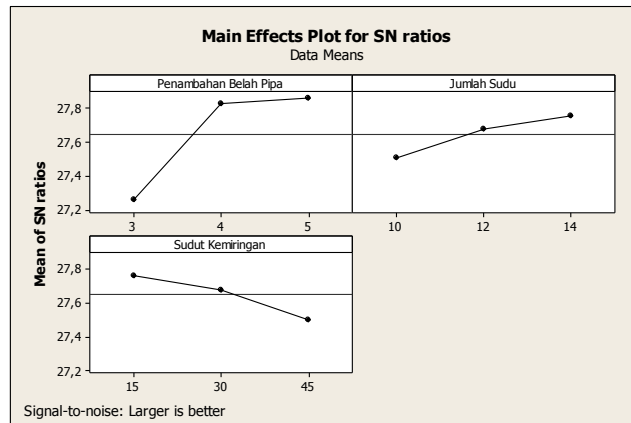
Main Effects Plot for Means

Main Effects Plot for SN ratios

Gambar 4.3 Taguchi Analisis

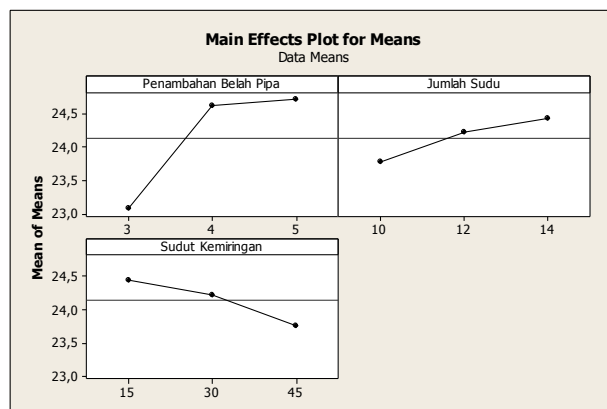
Sumber: Dokumentasi pribadi

Dari gambar *taguchi analysis* dapat dijelaskan untuk *response table signal to noise ratios* adalah mencari regresi yang dalam statika yaitu satu metode untuk menentukan hubungan sebab akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain. Untuk *response table of means* adalah mencari nilai rata-rata dari hasil pengujian taguchi diambil dari yang terbesar yang terbaik.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Analisa
Sumber: Dokumentasi pribadi

Dari grafik SN Ratio dapat dijelaskan pada bahwa grafik mencari nilai regresi atau yang dalam statika menentukan sebab akibat antara satu variabel dengan variabel yang lain. Dan diambil dari nilai rata-rata perhitungan variabel yang sudah ditentukan.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Analisa
Sumber: Dokumentasi pribadi

Dari grafik *effects for means* dapat dijelaskan bahwa grafik tersebut mencari nilai rata-rata dari hasil pengujian diambil dari yang terbesar yang terbaik. Berdasarkan *response table for means* dan *plot* grafik padagambar diatas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata data eksperimen awal yang mendekati nilai sesuai karakteristik *larger is better* untuk respon hasil uji turbin air dan generator adalah variabel penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 14 buah dan sudut kemiringan 15°.

B. Data hasil Analisa Perhitungan Manual

1. Penambahan belah pipa

Data yang didapat dari pengujian yang dilakukan secara langsung dilakukan perhitungan secara statistik berdasarkan penambahan belah pipa 3, 4, dan 5 didapat nilai rata-rata tegangan dan nantinya akan dibuat grafik seperti perhitungan yang dilakukan dengan metode taguchi.

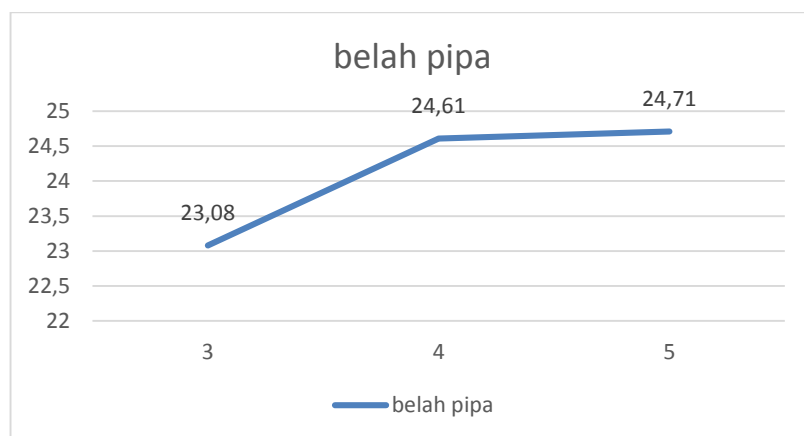
Tabel 4.2 Rata-rata tegangan pada belah pipa

Sumber: dokumentasi pribadi

Belah pipa	Uji 1 (Volt)	Uji 2 (Volt)	Uji 3 (Volt)	Rata-rata Tegangan (Volt)
3	22	23,3	23,93	23,08
4	24,597	24,667	24,58	24,61
5	24,72	24,683	24,753	24,71

- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan penambahan belah pipa 3 adalah 23,08 Volt.
- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan penambahan belah pipa 4 adalah 24,61 Volt.
- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan penambahan belah pipa 5 adalah 24,71 Volt.

Dan dari data diatas bisa diketahui bahwa semakin kecil ukuran penambahan belah pipa maka tegangan yang dihasilkan semakin besar dan dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik seperti di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Penambahan belah pipa terhadap tegangan

Sumber: dokumentasi pribadi

2. Jumlah sudu

Data yang didapat dari pengujian yang dilakukan secara langsung dilakukan perhitungan secara statistik berdasarkan jumlah sudu 10, 12, 14 didapat nilai rata-rata tegangan dan nantinya akan dibuat grafik seperti perhitungan yang dilakukan dengan metode taguchi.

Tabel 4.3 Rata-rata tegangan pada jumlah sudu

Sumber: dokumentasi pribadi

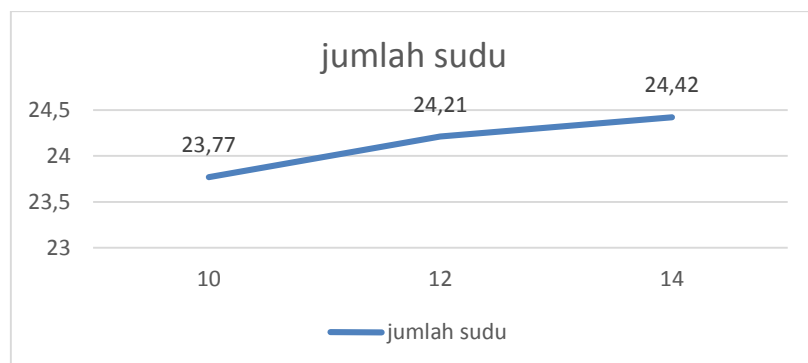
Junlah sudu	Uji 1 (Volt)	Uji 2 (Volt)	Uji 3 (Volt)	Rata-rata Tegangan (Volt)
10	22	24,597	24,74	23,77
12	23,3	24,667	24,683	24,21
14	23,93	24,58	24,753	24,42

- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan jumlah sudu 10 adalah 23,77 Volt.

- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan jumlah sudu 12 adalah 24,21 Volt.

- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan jumlah sudu 14 adalah 24,42 Volt.

Dan dari data diatas bisa diketahui bahwa semakin banyak jumlah sudu maka tegangan yang dihasilkan semakin besar dan dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik seperti di bawah ini.



Gambar 4.7 Grafik jumlah sudu terhadap tegangan

Sumber: dokumentasi pribadi

3. Sudut kemiringan pada penambahan belah pipa

Data yang didapat dari pengujian yang dilakukan secara langsung dilakukan perhitungan secara statistik berdasarkan sudut kemiringan pada penambahan belah pipa yang digunakan 15°, 30°, dan 45° didapat nilai-rata rata tegangan dan nantinya akan dibuat grafik seperti perhitungan yang dilakukan dengan metode taguchi.

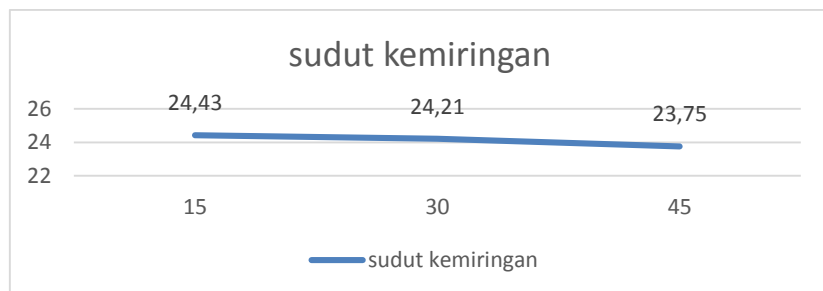
Tabel 4.4 Rata-rata tegangan pada sudut kemiringan pada penambahan belah pipa

Sumber: dokumentasi pribadi

Sudut kemiringan pada penambahan belah pipa	Uji 1 (Volt)	Uji 2 (Volt)	Uji 3 (Volt)	Rata-rata Tegangan (Volt)
15°	23,93	24,667	24,72	24,43
30°	23,3	24,597	24,753	24,21
45°	22	24,58	24,683	23,75

- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan sudut kemiringan pada penambahan belah pipa 15° adalah 24,43 Volt.
- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan sudut kemiringan pada penambahan belah pipa 30° adalah 24,21 Volt.
- Rata rata tegangan yang dihasilkan berdasarkan sudut kemiringan pada penambahan belah pipa 45° adalah 23,75 Volt.

Dan dari data diatas bisa diketahui bahwa semakin kecil sudut kemiringan pada penambahan belah pipa maka tegangan yang dihasilkan semakin besar dan dari data tersebut dapat dibuat sebuah grafik seperti di bawah ini.



Gambar 4.8 Grafik sudut kemiringan pada belah pipa terhadap tegangan

Sumber: dokumentasi pribadi

4.3 Pembahasan data hasil pengujian

4.3.1 Pembahasan Analisa Hasil Pengujian

1. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 3, jumlah sudu 10, dan sudut kemiringan belah pipa 45°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 22 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 65,14 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 3, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 10 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 45°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 570 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

2. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 3, jumlah sudu 12, dan sudut kemiringan belah pipa 30°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 23,3 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 68 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 3, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 12 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 30°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 595 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

3. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 3, jumlah sudu 14, dan sudut kemiringan belah pipa 15°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 23,93 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 72,46 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 3, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 14 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah

pipa 15°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 634 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

4. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 4, jumlah sudu 10, dan sudut kemiringan belah pipa 30°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 24,5967 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 73,37 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 4, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 10 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 30°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 570 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

5. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 4, jumlah sudu 12, dan sudut kemiringan belah pipa 15°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 24,6667 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 74,4 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 4, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 12 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 15°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 651 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

6. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 4, jumlah sudu 14, dan sudut kemiringan belah pipa 45°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 24,58 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 72,69 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 4, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 14 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 45°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 636 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

7. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 10, dan sudut kemiringan belah pipa 15°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 24,72 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 75,54 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 5, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 10 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 15°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 661 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

8. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 12, dan sudut kemiringan belah pipa 45°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 24,6833 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 74,86 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 5, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 12 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 45°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 655 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh

penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

9. Hasil pengujian dari penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 14, dan sudut kemiringan belah pipa 30°.

Pada pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata tegangan sebesar 24,7533 volt. Hal ini dipengaruhi oleh putaran turbin yang mencapai putaran 76,69 rpm dikarenakan penambahan belah pipa yang digunakan pada turbin adalah 5, jumlah sudu yang digunakan berjumlah 14 buah dengan sudut kemiringan pada penamahan belah pipa 30°. Sehingga putaran yang diterima pada generator mencapai 671 rpm. Karena tegangan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penambahan belah pipa menjadi pengaruh yang sangat besar terhadap tegangan listrik yang dihasilkan.

Jadi diantara ke 9 pengujian yang dilakukan tersebut didapatkan hasil tegangan listrik yang paling besar adalah yang nomor 9 karena mencapai 24,7533 Volt.

4.3.2 Pembahasan Analisa Hasil Pengujian Berdasarkan Metode Taguchi Dan Perhitungan Manual

Berdasarkan dari penggunaan dua metode perhitungan yaitu metode taguchi dan metode statistik dapat diketahui bahwa penggunaan kedua metode memiliki hasil yang sama. Untuk metode taguchi menentukan kombinasi level faktor yang memberikan kondisi optimal untuk nilai rata-rata hasil uji turbin air dan generator dilakukan dengan menghitung rata-rata eksperimental awal untuk setiap level faktor. Dikarenakan karakteristik kualitas respon hasil uji turbin air dan generator adalah “*large is better*” maka dari itu level faktor yang memiliki nilai rata-rata paling besar yang terpilih sebagai level optimal. Berdasarkan *response table for means* dan *plot* grafik pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata data eksperimen awal yang mendekati nilai sesuai karakteristik *larger is better* untuk respon hasil uji turbin air dan generator

adalah variable penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 14 buah dan sudut kemiringan 15°.

Untuk metode statistik hampir sama dengan metode taguchi dimana metode ini mencari rata-rata paling besar yang terpilih sebagai level optimal bedanya disini kalau menggunakan metode statistik kita harus menghitung data yang didapat dengan cara menghitung keseluruhan data yang didapat dari pengujian lapangan. Dapat dilihat dari metode taguchi dan statistik bahwa nilai rata-rata data eksperimen awal yang mendekati nilai sesuai karakteristik hasil uji turbin air generator adalah variabel penambahan belah pipa 5, jumlah sudu 14 buah dan sudut kemiringan 15°