

PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusunan skripsi yang berjudul **“Desain Eksperimen *Taguchi* Guna Menurunkan Tingkat *Total Suspended Solid* dan Kekeruhan pada Air Sungai (Studi Kasus: Sungai Brantas, Malang, Jawa Timur)”** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak kesulitan dan rintangan yang dihadapi oleh penulis. Namun berkat dukungan serta bantuan dari semua pihak, tugas akhir ini akhirnya dapat terselesaikan. Oleh karena itu, tak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

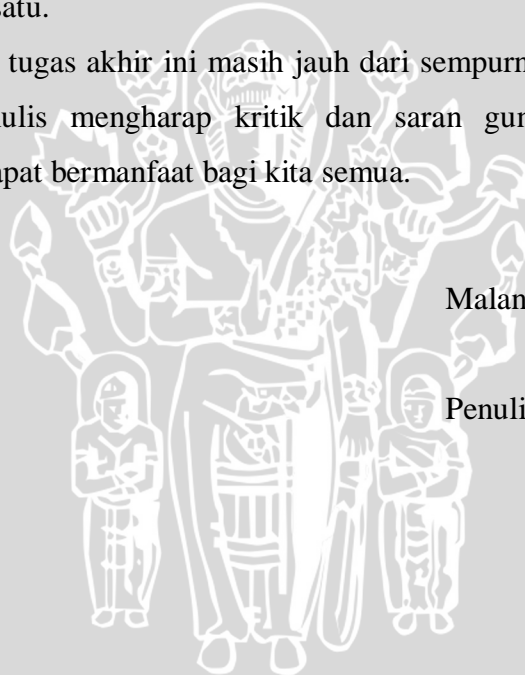
1. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Arif Rahman ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan naskah skripsi ini.
3. Ibu Ceria Farela Mada Tantrika, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Dasar Keahlian Rekayasa Sistem Industri.
4. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Lely Riawati, ST., MT. selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan, pengarahan, perhatian, dukungan, kesabaran dan doa yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu dosen penguji, atas segala masukan dan saran yang diberikan kepada penulis untuk perbaikan naskah skripsi ini.
6. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku dosen pembimbing akademik penulis.
7. Bapak L. Tri Wijaya Nata Kusuma, ST., MT. selaku Kepala Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas yang selalu membagi ilmu dan pengalamannya kepada penulis.
8. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Industri yang telah memberi ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan dan penulisan tugas akhir ini.
9. Bapak Prasetyo Rubiantoro, SP. selaku PLP Ahli Pertama Laboratorium Tanah dan Air Tanah Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas bantuan dan arahan kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir penulis.

10. Orang tua penulis tercinta, Bapak Roestijono dan Ibu Ernawati yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil serta perjuangan yang tidak kenal lelah untuk memberikan pendidikan yang terbaik bagi penulis dan kasih sayang yang tak terbatas.
11. Kakak kandung penulis, Andi Putranto yang telah memberikan banyak inspirasi, motivasi, dukungan moril maupun materiil kepada penulis.
12. Keluarga kedua penulis Kesebelasan SRK 2012, Suko, Megananda, Sulvianto, Uzil, Verly, Finda, Ilya, Firman, Hadinda, Elsyia dan adik-adik SRK 2013 tercinta, Hafid, Anisa, Sylvi, Annisaa, Tiffany, Fifi, Tom, Fajri dan Harizka.
13. Seluruh rekan mahasiswa Jurusan Teknik Industri angkatan 2012 kebanggaan saya, STEEL yang telah banyak membantu dalam kelancaran pengerjaan tugas akhir ini.
14. Segenap pihak yang telah mendukung terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis mengharap kritik dan saran guna perbaikan dan penyempurnaannya sehingga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 19 Mei 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Asumsi	6
1.6 Tujuan Penelitian	6
1.7 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Standar Mutu Air Baku	11
2.3 Klasifikasi dan Kriteria Mutu Air	12
2.4 Jenis dan Sumber Kontaminan Air	12
2.4.1 Kontaminan Fisik	12
2.5 Proses Pengolahan Air	13
2.6 Desain Eksperimen	14
2.7 Metode Taguchi	14
2.8 Desain Eksperimen Metode Taguchi	15
2.8.1 Tahap Perencanaan Metode Taguchi	15
2.8.2 Tahap Pelaksanaan Metode Taguchi	16
2.8.3 Tahap Analisa Metode Taguchi	17



2.8.4 Tahap Interpretasi Hasil Eksperimen.....	18
2.8.5 Eksperimen Konfirmasi	18
2.9 <i>Orthogonal Array</i>	19
2.10 Karakter Kualitas	21
2.11 <i>Analysis of Varians (ANOVA)</i>	21
2.12 <i>Signal-to-Noise Ratio – Smaller the Better</i>	23
2.13 Derajat Bebas (<i>Degree of Freedom</i>)	23
2.14 <i>Confidence Interval</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Metode Penelitian.....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.4 Langkah-langkah Penelitian	29
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Penetapan Karakteristik Kualitas	33
4.2 Penetapan Faktor dan Level Berpengaruh.....	34
4.3 Penetapan <i>Orthogonal Array</i>	36
4.4 Pelaksanaan Eksperimen <i>Taguchi</i>	37
4.5 Pengolahan Data Eksperimen <i>Taguchi</i>	38
4.5.1 Pengolahan Data Eksperimen <i>Taguchi</i> Tingkat Kekерuhan	38
4.5.1.1 Perhitungan <i>Analysis of Variance (ANOVA)</i> Nilai Rata-rata untuk Data Variabel Tingkat Kekерuhan	38
4.5.1.2 Perhitungan <i>Analysis of Variance (ANOVA)</i> Nilai <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> untuk Data Variabel Tingkat Kekерuhan	43
4.5.1.3 Penentuan <i>Setting Level Optimal</i> Tingkat Kekерuhan	48
4.5.1.4 Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan Tingkat Kekерuhan	49
4.5.1.5 Eksperimen Konfirmasi Tingkat Kekерuhan	51
4.5.2 Pengolahan Data Eksperimen <i>Taguchi</i> Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	55

4.5.2.1	Perhitungan <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Nilai Rata-rata untuk Data Variabel Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	55
4.5.2.2	Perhitungan <i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Nilai <i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR) untuk Data Variabel Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	61
4.5.2.3	Penentuan <i>Setting Level</i> Optimal Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	65
4.5.2.4	Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	66
4.5.2.5	Eksperimen Konfirmasi Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	68
4.6	Analisis dan Pembahasan.....	72
4.6.1	Analisa Hasil Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i>	72
4.6.2	Analisa Hasil Metode <i>Taguchi</i> Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i>	72
4.6.3	Interpretasi Eksperimen Konfirmasi Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i>	74
4.6.4	Implementasi Hasil Eksperimen <i>Taguchi</i>	75
BAB V PENUTUP		77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN		81



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Hasil Pengujian Parameter Fisik Air Sampel Air Sungai Berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan No. 416/PER/IX/1990 Persyaratan Air Bersih Parameter Fisik.....	3
Tabel 1.2	Hasil Pengujian Parameter Fisik Air Sampel Air Sungai Berdasarkan Peraturan Pemerintah NO. 82 Tahun 2001 Parameter Fisik	3
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu Tahun 2002 - 2007.....	9
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu Tahun 2008 - 2012.....	10
Tabel 2.3	Penelitian Terdahulu Tahun 2014.....	11
Tabel 2.4	Klasifikasi Mutu Air	12
Tabel 2.5	Perbandingan Selang Kepercayaan untuk Rata-rata Prediksi dan Eksperimen Konfirmasi.....	18
Tabel 2.6	<i>Orthogonal Array</i> Standar.....	20
Tabel 2.7	<i>Orthogonal Array</i> $L_9 (3^4)$	20
Tabel 2.8	<i>Orthogonal Array</i> $L_8 (2^7)$	20
Tabel 2.9	Rangkuman <i>Orthogonal Array</i>	20
Tabel 2.10	Klasifikasi Karakteristik Kualitas.....	21
Tabel 2.11	Tabel Data Variabel.....	21
Tabel 2.12	<i>Response Table of Factor Effects</i>	22
Tabel 2.13	Contoh Tabel ANOVA	22
Tabel 4.1	Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i> Pada Sampel Air Kedua untuk Pelaksanaan Eksperimen <i>Taguchi</i>	33
Tabel 4.2	Rekapitulasi Faktor yang Berpengaruh pada Menurunnya Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i>	34
Tabel 4.3	Penentuan Level Faktor Berpengaruh pada Penurunan Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i>	36
Tabel 4.4	<i>Degree of Freedom</i> untuk Faktor yang Terkontrol dalam Penelitian....	36
Tabel 4.5	<i>Orthogonal Array</i> $L_8 (2^7)$	37
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Tingkat Kekeruhan dan <i>Total Suspended Solid</i> Air Hasil Penyaringan	37
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Rata-rata Tingkat Kekeruhan.....	38

Tabel 4.8	Tabel Respon Rata-rata Tingkat Kekерuhan.....	39
Tabel 4.9	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Nilai Rata-rata Tingkat Kekерuhan....	42
Tabel 4.10	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Rata-rata <i>Pooling</i> Tingkat Kekерuhan	43
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio</i> Tingkat Kekерuhan.....	45
Tabel 4.12	Tabel Respon <i>Signal to Noise Ratio</i> Tingkat Kekерuhan	45
Tabel 4.13	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Nilai SNR <i>Pooling</i> Tingkat Kekерuhan	48
Tabel 4.14	Perbandingan Pengaruh Faktor pada Eksperimen <i>Taguchi</i> untuk Tingkat Kekерuhan	48
Tabel 4.15	Data Hasil Eksperimen Konfirmasi untuk Tingkat Kekерuhan	52
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan Rata-rata Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	55
Tabel 4.17	Tabel Respon Rata-rata Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	56
Tabel 4.18	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Nilai Rata-rata Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	59
Tabel 4.19	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Rata-rata <i>Pooling</i> Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	60
Tabel 4.20	Hasil Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio</i> Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	62
Tabel 4.21	Tabel Respon <i>Signal to Noise Ratio</i> Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	62
Tabel 4.22	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) Nilai SNR <i>Pooling</i> Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	65
Tabel 4.23	Perbandingan Pengaruh Faktor pada Eksperimen <i>Taguchi</i> untuk Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	65
Tabel 4.24	Data Hasil Eksperimen Konfirmasi untuk Tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	69
Tabel 4.25	Hasil perbandingan <i>Confidence Interval</i>	74
Tabel 4.26	<i>Setting Level Optimal</i> untuk Tingkat Kekерuhan dan <i>Total Suspended Solid</i>	75



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	Kondisi Sungai Brantas di wilayah Jalan Muharto V-B Kelurahan Kotalama Kecamatan Kedungkandang Kota Malang	2
Gambar 3.1	Lokasi pengambilan sampel air sungai di wilayah Jalan Muharto V-B Kelurahan Kotalama Kecamatan Kedungkandang Kota Malang	27
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 4.1	Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai rata-rata tingkat kekeruhan	54
Gambar 4.2	Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai SNR tingkat kekeruhan	54
Gambar 4.3	Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai rata-rata tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	71
Gambar 4.4	Perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi pada nilai SNR tingkat <i>Total Suspended Solid</i>	71



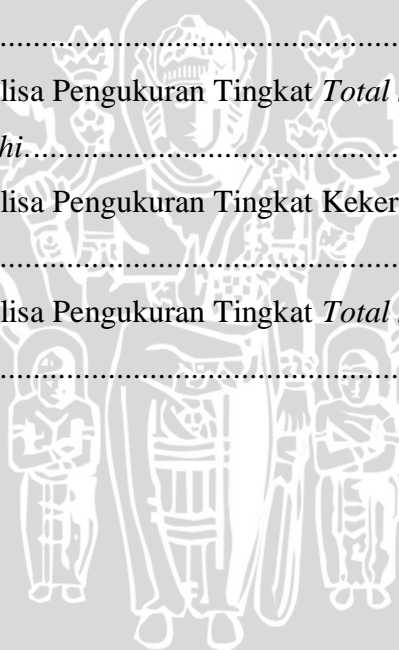


(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Tabel Distribusi F.....	81
Lampiran 2	Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas Parameter Fisika.....	83
Lampiran 3	Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 416/MENKES/PER/IX/1990 untuk Persyaratan Kualitas Air Bersih ...	87
Lampiran 4	Alat dan Bahan Eksperimen Taguchi.....	89
Lampiran 5	Urutan Proses Desain Eksperimen <i>Taguchi</i> dan Pengujian Kualitas Air.	95
Lampiran 6	Laporan Hasil Analisa Pengukuran Parameter Fisika Air Sungai I.	99
Lampiran 7	Laporan Hasil Analisa Pengukuran Parameter Fisika Air Sungai II.....	101
Lampiran 8	Laporan Hasil Analisa Pengukuran Tingkat Kekeruhan Eksperimen <i>Taguchi</i>	103
Lampiran 9	Laporan Hasil Analisa Pengukuran Tingkat <i>Total Suspended Solid</i> Eksperimen <i>Taguchi</i>	105
Lampiran 10	Laporan Hasil Analisa Pengukuran Tingkat Kekeruhan Uji Konfirmasi	107
Lampiran 11	Laporan Hasil Analisa Pengukuran Tingkat <i>Total Suspended Solid</i> Uji Konfirmasi.	109



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



RINGKASAN

Lutfi Dwi Setyawan, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 2016, *Desain Eksperimen Taguchi Guna Menurunkan Tingkat Total Suspended Solid dan Kekeruhan pada Air Sungai (Studi Kasus: Sungai Brantas, Malang, Jawa Timur)*, Dosen Pembimbing: Nasir Widha Setyanto dan Lely Riawati.

Air memiliki peran yang sangat penting di hampir seluruh sektor kehidupan manusia. Salah satu yang paling vital adalah pada sektor rumah tangga dimana air selalu dimanfaatkan masyarakat dalam segala hal. Syarat air bersih mutlak diperlukan untuk sektor rumah tangga karena air nantinya akan selalu digunakan langsung oleh manusia. Ada beberapa peraturan yang mengatur tentang air bersih di Indonesia yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Di alam, air sungai menjadi salah satu sumber air yang dapat diolah lebih lanjut. Di kota Malang sendiri melintas sebuah sungai yang cukup besar yaitu sungai Brantas. Namun kondisi air sungai Brantas dinilai cukup kotor dan keruh. Sebenarnya masyarakat memiliki peluang yang cukup besar untuk dapat menggunakan air sungai untuk kehidupan sehari-hari mereka selama air tersebut bersih. Dari kondisi diatas maka dilakukan sebuah pengujian awal pada sampel air sungai Brantas yang melintasi daerah Jalan Muharto V-B Kelurahan Kotalama Kecamatan Kedungkandang Kota Malang untuk mengetahui kualitas dari air sungai tersebut. Hasil pengujian menunjukkan pada parameter fisik air bersih terutama untuk tingkat kekeruhan dan *total suspended solid* melebihi standar yang telah ditetapkan. Interanal Nilai Tingkat kekeruhan dan *total suspended solid* adalah 87,7 - 90,3 NTU dan 175 - 185 mg/L padahal standar untuk masing-masing parameter adalah maksimal 25 NTU dan 50 mg/L. Dari data tersebut maka diperlukan adanya proses penjernihan air agar dapat menurunkan tingkat kekeruhan dan *total suspended solid* sehingga air dapat digunakan oleh masyarakat sekitar sungai tersebut.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain eksperimen Taguchi dengan menggunakan *orthogonal array* $L_8(2^7)$ dengan 7 faktor dan masing-masing 2 level didalamnya. Banyak eksperimen yang dilakukan adalah 8 kali dengan 3 replikasi. Faktor-faktor yang terlibat adalah jenis pasir, jenis arang, ketebalan lapisan pasir, ketebalan lapisan arang, ketebalan lapisan ijuk, ketebalan lapisan kerikil dan dengan susunan bahan penyaring.

Terjadi penurunan tingkat kekeruhan dan *total suspended solid* yang cukup signifikan pada sampel air sungai. Tingkat kekeruhan pada air hasil eksperimen konfirmasi memiliki nilai 0 - 0,9 NTU dan untuk *total suspended solid* memiliki nilai 0 - 4 mg/L dengan nilai sampel awal 200 - 215 NTU dan 410 - 425 mg/L. Tiga faktor yang secara signifikan mempengaruhi menurunnya tingkat kekeruhan adalah jenis pasir, jenis arang dan ketebalan lapisan pasir. Sedangkan tiga faktor teratas yang secara signifikan mempengaruhi menurunnya tingkat *total suspended solid* adalah jenis pasir, jenis arang dan ketebalan lapisan ijuk. *Setting level optimal* guna menurunkan tingkat kekeruhan dan *total suspended solid* diperoleh hasil yang sama yaitu faktor A level 1 (pasir silika), faktor B level 2 (arang sekam), faktor C level 1 (ketebalan lapisan pasir 5cm), dan faktor D level 2 (ketebalan lapisan arang 15cm), faktor E level 2 (ketebalan lapisan ijuk 15 cm), faktor F level 2 (ketebalan lapisan kerikil 20 cm), faktor G level 2 (susunan bahan penyaring pasir-kerikil-ijuk-arang-ijuk).

Kata Kunci: *Taguchi*, Air Sungai, Kekeruhan, *Total suspended solid*



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



SUMMARY

Lutfi Dwi Setyawan, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, 2016, *Taguchi Experimental Design to Minimize Turbidity and Total Suspended Solid in River Water (Case Study: Brantas River, Malang, East Java)*, Supervisors: Nasir Widha Setyanto and Lely Riawati.

Water playing an important role in each sector on human live and one of the most vital in household sector. It is because people always take benefit from the water in every activities. Human must use pure water to fulfill their need on household sector. There are some regulation regarding pure water in Indonesia, that is Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990 and Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. In nature, One of the sources of water that can be processed is river water. In Malang, there is Brantas River, the second largest river in Java. Unfortunately, the rivers are dirty and turbid. How actually people has big opportunity to use river water for their daily life as long as it is pure. Based on that condition, first testing has been conducted on Brantas River that crossed Muharto V-B street Kelurahan Kotalama, Kecamatan Kedungkandang, Malang. Result shown that two physical parameters of pure water, turbidity and total suspended solid exceeded the standard. The interval of Turbidity and total suspended solid got 87,7 - 90,3 NTU and 175 - 185 mg/L whereas the standard is only 25 NTU and 50 mg/L. According to the result, water purifying process must be conducted to minimize the turbidity and total suspended solid so the river water can be used optimally.

The experiments were carried out Taguchi method with $L_8(2^7)$ orthogonal array, there were 7 factors and 2 levels in it. There were 8 experiments with 3 replications. The factors are the type of sands, type of charcoals, the depth of sand's layer, the depth of charcoal's layer, the depth of ijuk fibre's layer, the depth of gravel's layer and the formation of material. In this method there will be response table and ANOVA calculation by using mean and signal to noise ratio from the data.

The turbidity and total suspended solid levels were found decreasing significantly. The turbidity level on confirmation experimental result got 0 – 0,9 NTU and total suspended solid level got 0 – 4 mg/L with the starting point of samples are 200 – 215 NTU and 410 – 425 mg/L. Three factors that significantly influence the decrease of turbidity; the type of sand, type of charcoal and the depth of sand's layer. Respectively, the top three factors that influence the decrease of total suspended solid; the type of sand, type of charcoal and the depth of ijuk fibre's layer. The optimal setting level got the same result in both turbidity and total suspended solid. The combinations are factor A level 1 (silica sand), factor B level 2 (rice husk charcoal), factor C level 1 (5 cm of the depth of sand's layer), and factor D level 2 (15 cm depth of charcoal's layer), factor E level 2 (15 cm depth of ijuk fibre's layer), factor F level 2 (20 cm depth of gravel's layer), factor G level 2 (the formation of material sand-gravel-ijuk fibre-charcoal-ijuk fibre).

Keywords: Taguchi, Water river, Turbidity, Total suspended solid



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

