

SKRIPSI

**KOMBINASI TEKNOLOGI *PNEUMATIC
RAPID MIXING* DAN *HYDROCYCLONE
FLOCCULATOR* UNTUK PENURUNAN KADAR
KEKERUHAN DAN TSS PADA AIR SUNGAI**



Oleh:

RAFIF PERMATA DWIDEWITRA

NPM 21034010126

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**KOMBINASI TEKNOLOGI *PNEUMATIC RAPID MIXING* DAN
HYDROCYCLONE FLOCCULATOR UNTUK PENURUNAN
KADAR KEKERUHAN DAN TSS PADA AIR SUNGAI**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.



Diajukan Oleh:

RAFIF PERMATA DWIDELITRA

NPM 21034010126

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

**KOMBINASI TEKNOLOGI *PNEUMATIC RAPID MIXING*
DAN *HYDROCYCLONE FLOCCULATOR* UNTUK
PENURUNAN KADAR KEKERUHAN DAN TSS PADA
AIR SUNGAI**

Disusun Oleh:



RAFIF PERMATA DWIDEWITRA

NPM 21034010126

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Firra Rosariawari, S.T., M.T.

NIP 19750409 202121 2 004

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.

NIP 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

KOMBINASI TEKNOLOGI *PNEUMATIC RAPID MIXING*
DAN *HYDROCYCLONE FLOCCULATOR* UNTUK
PENURUNAN KADAR KEKERUHAN DAN TSS PADA
AIR SUNGAI

Disusun Oleh:



RAFIF PERMATA DWIDEWITRA

NPM 21034010126

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Serambi Engineering (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Firra Rosariawari, S.T., M.T.

NIP 19750409 202121 2 004

TIM PENGUJI

1. Ketua



Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.

NIP 19620501 198803 1 001

2. Anggota



Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T.

NIP 19651208 199103 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.

NIP 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

KOMBINASI TEKNOLOGI *PNEUMATIC RAPID MIXING* DAN *HYDROCYCLONE FLOCCULATOR* UNTUK PENURUNAN KADAR KEKERUHAN DAN TSS PADA AIR SUNGAI

Disusun Oleh:



RAFIF PERMATA DWIDEWITRA

NPM 21034010126

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 12 September 2025

TIM PENILAI

KETUA

g/g.

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.

NIP 19620501 198803 1 001

ANGGOTA

Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T.

NIP 19651208 199103 1 001

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rafif Permata Dwidewitra
NPM : 21034010126
Fakultas : Teknik dan Sains
Program Studi : Teknik Lingkungan
Email : 21034010126@student.upnjatim.ac.id
Judul Skripsi/ Tugas Akhir : Kombinasi Teknologi *Pneumatic Rapid Mixing*
dan *Hydrocyclone Flocculator* untuk Penurunan
Kadar Kekeruhan dan Tss pada Air Sungai

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi akhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apa pun, sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 12 September 2025


10E 23AMX236688840

Rafif Permata Dwidewitra
NPM 21034010126

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Kombinasi Teknologi *Pneumatic Rapid Mixing* dan *Hydrocyclone Flocculator* untuk Penurunan Kadar Kekeruhan dan TSS pada Air Sungai” tepat pada waktunya.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan dan bertujuan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Ucapan terima kasih tak lupa pula penulis ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis sebelum, pada saat, dan sesudah penyusunan skripsi ini antara lain, yaitu:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Firra Rosariawari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan ilmu serta membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T. dan Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Dosen Penguji Skripsi yang telah mengkritisi dan memberikan saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan dan Staf Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan segenap ilmunya selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa mengiringi setiap langkah dengan doa, kasih sayang, serta dukungan yang tak ternilai baik secara moril maupun materil dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman Angkatan 2021 Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan rasa kekeluargaan dan kebersamaan penulis sejak awal hingga akhir masa perkuliahan.

8. Fajar Shufi Fauzianto selaku rekan kerja penelitian dan teman dekat penulis yang telah memberikan ide penelitian serta dukungan nyata dalam berbagai aspek penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman “STK Hadir Bolo” ashfiyak, fajar, khilmi, excel, helmi, dan prastyo yang selalu menjadi ruang tawa dan tempat berbagi cerita. Terima kasih atas dukungan dan kebersamaan yang selalu diberikan.
10. Teman-teman “Remas Al-Bobiun” riko, huda, kresna, dan satria yang telah menjadi teman baik penulis. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan tawa yang senantiasa mengiringi perjalanan penulis.
11. Diri sendiri yang mampu bertahan, berjuang, dan melewati setiap tantangan dengan ketekunan dan keyakinan. Terima kasih atas keberanian untuk terus melangkah, meski di tengah tekanan dan keraguan.
12. Amanda Putri Carissa, seseorang yang menjadi bagian penting dalam perjalanan ini, yang menjadi rumah paling tenang ditengah perjalanan yang lelah. Terima kasih atas rasa nyaman, pengertian, kesabaran, dan ketulusan yang senantiasa diberikan kepada penulis.

Penulis mengakui bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Maka dari itu, penulis mengharapkan berbagai masukan yang berkaitan dengan isi skripsi agar dikemudian hari penulis dapat menjadi lebih baik. Semoga hal-hal yang dicantumkan dalam skripsi ini dapat memberikan suatu manfaat dan pembelajaran yang tidak hanya untuk penulis saja, tetapi juga pihak lain yang membacanya.

Surabaya, 12 September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Sungai	5
2.2 Koagulasi-Flokulasi	5
2.2.1 Proses Koagulasi	7
2.2.2 Proses Flokulasi	7
2.2.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Proses Koagulasi-Flokulasi	7
2.2.4 Metode Pengadukan Koagulasi-Flokulasi.....	9
2.3 <i>Pneumatic Rapid Mixing</i>	10
2.4 Gradien Kecepatan	12
2.5 Bilangan <i>Reynolds</i>	13
2.6 Aliran Dua Fasa.....	14
2.7 <i>Headloss</i>	17
2.8 Viskositas	18
2.9 <i>Hydrocyclone</i>	20
2.9.1 Komponen <i>Hydrocyclone</i>	21
2.9.2 Sistem Kerja <i>Hydrocyclone</i>	22
2.9.3 Penentuan Dimensi <i>Hydrocyclone</i>	23

2.9.4	Gaya Sentrifugal Pada <i>Hydrocyclone</i>	25
2.10	<i>Poly Aluminium Chloride</i> (PAC) Sebagai Bahan Koagulan	28
2.11	Kekeruhan	29
2.12	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	30
2.13	Penelitian Terdahulu.....	31
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Kerangka Penelitian	33
3.2	Peralatan dan Bahan.....	36
3.2.1	Peralatan.....	36
3.2.2	Bahan.....	36
3.3	Prosedur Kerja.....	37
3.3.1	Persiapan Air Baku.....	37
3.3.2	Pengujian Kekeruhan	37
3.3.3	Pengujian <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	37
3.3.4	Pengujian Derajat Keasaman (pH).....	37
3.4	Desain Reaktor Penelitian	38
3.4.1	Proses Koagulasi-Flokulasi Pada Reaktor	40
3.5	Variabel dan Parameter Penelitian	42
3.5.1	Variabel Tetap.....	42
3.5.2	Variabel Bebas.....	42
3.5.3	Parameter Penelitian.....	42
3.6	Lokasi Penelitian.....	42
3.6.1	Lokasi Pengambilan Sampel Air.....	42
3.7	Analisis Data	43
3.8	Matriks Penelitian	45
3.9	Jadwal Kegiatan	46
3.10	Rencana Anggaran Biaya (RAB) Penelitian	47
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		49
4.1	Hasil Penelitian	49
4.1.1	Pengaruh Debit Udara dan Diameter <i>Hydrocyclone</i> Terhadap Parameter Kekeruhan	51
4.1.2	Pengaruh Debit Udara dan Diameter <i>Hydrocyclone</i> Terhadap Parameter TSS.....	52

4.1.3	Pengaruh Debit Udara dan Diameter <i>Hydrocyclone</i> Terhadap Parameter pH.....	53
4.1.4	Proses Koagulasi Pada <i>Pneumatic Rapid Mixing</i>	54
4.1.5	Proses Flokulasi Pada <i>Hydrocyclone Flocculator</i>	55
4.2	Pembahasan.....	57
4.2.1	Efektivitas Kombinasi <i>Pneumatic Rapid Mixing</i> dan <i>Hydrocyclone Flocculator</i> Dalam Penurunan Kekeruhan dan TSS	57
4.2.2	Analisis Mekanisme Proses Koagulasi-Flokulasi Pada Sistem Reaktor Pipa dan <i>Cone</i>	61
4.3	Analisis Statistik.....	62
4.3.1	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) <i>Two Way</i> Pengaruh Debit Udara dan Diameter <i>Hydrocyclone</i> Terhadap Kekeruhan	63
4.3.2	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) <i>Two Way</i> Pengaruh Debit Udara dan Diameter <i>Hydrocyclone</i> Terhadap TSS	65
4.3.3	<i>Analysis of Variance</i> (ANOVA) <i>Two Way</i> Pengaruh Debit Udara dan Diameter <i>Hydrocyclone</i> Terhadap pH.....	67
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN A HASIL ANALISIS/PENGUKURAN		74
LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....		76
LAMPIRAN C DOKUMENTASI		90
LAMPIRAN D DATA PENDUKUNG		93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Dimensi <i>Hydrocyclone</i>	24
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	31
Tabel 3. 1 Dimensi Reaktor.....	39
Tabel 3. 2 Acuan Uji Setiap Parameter	43
Tabel 3. 3 Pengaruh Debit Udara dan Diameter Silinder <i>Hydrocyclone</i> Terhadap Penurunan Kekeruhan	45
Tabel 3. 4 Pengaruh Debit Udara dan Diameter Silinder <i>Hydrocyclone</i> Terhadap Penurunan TSS.....	45
Tabel 3. 5 <i>Timeline</i> Kegiatan Penelitian.....	46
Tabel 3. 6 RAB Peralatan Penelitian.....	47
Tabel 3. 7 RAB Bahan Penelitian	48
Tabel 3. 8 RAB Uji Parameter Penelitian	48
Tabel 3. 9 RAB Total Penelitian.....	48
Tabel 4. 1 Uji Awal Bahan Baku	50
Tabel 4. 2 Pengaruh Terhadap Kekeruhan.....	51
Tabel 4. 3 Pengaruh Terhadap TSS	52
Tabel 4. 4 Pengaruh Terhadap pH	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Proses Koagulasi-Flokulasi	6
Gambar 2. 2 Skema Proses Koagulasi Pneumatik	11
Gambar 2. 3 Jenis Aliran.....	13
Gambar 2. 4 Viskometer Ostwald	19
Gambar 2. 5 Komponen Pada <i>Hydrocyclone</i>	22
Gambar 2. 6 Dimensi <i>Hydrocyclone</i>	25
Gambar 2. 7 Arah Aliran Secara Vertikal dan Arah Aliran diakibatkan oleh Gaya Tangensial.	26
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	35
Gambar 3. 2 Desain Reaktor Penelitian	38
Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel Air	43
Gambar 4. 1 Pembagi Aliran Udara	54
Gambar 4. 2 Pipa Koagulasi Pneumatik	55
Gambar 4. 3 Endapan Pada <i>Underflow Hydrocyclone</i>	56
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Antara Debit Udara dan Diameter Pada Persentase Penurunan Kekeruhan	57
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Antara Debit Udara dan Diameter Pada Persentase Penurunan TSS.....	58
Gambar 4. 6 Perbandingan Sampel Akhir dan Sampel Awal.....	60
Gambar 4. 7 Reaktor Pipa dan <i>Cone</i>	62
Gambar 4. 8 Hasil Uji ANOVA <i>Two Way</i> Parameter Kekeruhan.....	63
Gambar 4. 9 Hasil Uji ANOVA <i>Two Way</i> Parameter TSS	65
Gambar 4. 10 Hasil Uji ANOVA <i>Two Way</i> Parameter pH	67

ABSTRAK

Air sungai merupakan sumber daya krusial yang terus mengalami penurunan kualitas akibat tingginya kadar kekeruhan dan *Total Suspended Solids* (TSS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas kombinasi teknologi *pneumatic rapid mixing* dan *hydrocyclone flocculator* dalam menurunkan TSS dan kekeruhan pada air sungai, menggunakan pendekatan eksperimen skala laboratorium. Variabel bebas yang diuji adalah debit udara (70, 55, dan 40 L/min) dan diameter *hydrocyclone* (15 cm dan 20 cm), dengan parameter kualitas air berupa kekeruhan, TSS, dan pH. Pengujian dilakukan dengan metode standar (SNI), dan analisis data menggunakan efisiensi removal serta uji statistik ANOVA *Two Way*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi optimal diperoleh pada debit udara 70 L/min dan diameter *hydrocyclone* 20 cm, dengan efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 84% dan TSS sebesar 81%. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi kedua teknologi tersebut mampu menghasilkan proses koagulasi-flokulasi yang efisien dan stabil, serta memiliki potensi aplikatif dalam pengolahan air permukaan secara berkelanjutan

Kata Kunci: Koagulasi Pneumatik, Flokulasi Hidrosiklon, Koagulasi-Flokulasi, Pengolahan Air, Kekeruhan, Total Padatan Tersuspensi.

ABSTRACT

River water is a crucial resource that continues to experience a decline in quality due to high levels of turbidity and Total Suspended Solids (TSS). This study aims to analyze the effectiveness of combining pneumatic rapid mixing and hydrocyclone flocculator technologies in reducing TSS and turbidity in river water, using a laboratory-scale experimental approach. The independent variables tested were air flow rate (70, 55, and 40 L/min) and hydrocyclone diameter (15 cm and 20 cm), with water quality parameters including turbidity, TSS, and pH. Testing was conducted using standard methods (SNI), and data analysis employed removal efficiency and two-way ANOVA statistical tests. The results showed that the optimal configuration was achieved at an air flow rate of 70 L/min and a hydrocyclone diameter of 20 cm, with turbidity reduction efficiency of 84% and TSS reduction efficiency of 81%. These findings indicate that the integration of both technologies can produce an efficient and stable coagulation-flocculation process, with potential for application in sustainable surface water treatment.

Keywords: *Pneumatic Rapid Mixing, Hydrocyclone Flocculator, Coagulation-Flocculation, Water Treatment, Turbidity, Total Suspended Solid.*