

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI BENTUK *IMPELLER*
PADA PROSES KOAGULASI FLOKULASI
TERHADAP POLA ALIRAN**



Oleh :

KOMANG MEGA ILDA UTARI

19034010075

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2023**

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI BENTUK *IMPELLER*
PADA PROSES KOAGULASI FLOKULASI
TERHADAP POLA ALIRAN**



Oleh :

KOMANG MEGA ILDA UTARI

19034010075

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM

SURABAYA

TAHUN 2023

**PENGARUH VARIASI BENTUK *IMPELLER* PADA PROSES
KOAGULASI FLOKULASI TERHADAP POLA ALIRAN**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

KOMANG MEGA ILDA UTARI

NPM: 19034010075

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM
SURABAYA**

2023

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI BENTUK *IMPELLER* PADA PROSES
KOAGULASI FLOKULASI TERHADAP POLA ALIRAN**

Disusun Oleh :

KOMANG MEGA ILDA UTARI

19034010075

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal : 08 September 2023

Menyetujui

Dosen Pembimbing.


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.

NIP. 19760212 202121 1 004

Mengetahui

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM


Dr. Dra. Jarivah M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

BIODATA

IDENTITAS DIRI PENELITIAN					
Nama Lengkap	Komang Mega Ilda Utari				
Fakultas/Program Studi	Teknik/Teknik Lingkungan				
NPM	19034010075				
TTL	Tangerang, 7 Januari 2002				
Alamat	Jl. Mahakam F33/11 Pondok Indah Kutabumi, Kec. Pasar Kemis, Kab. Tangerang, Banten.				
Telpon	081387872768				
Email	19034010075@student.upnjatim.ac.id				
PENDIDIKAN					
No.	Jenjang Edukasi	Institusi	Tahun		Keterangan
			Masuk	Lulus	
1	SD	SDN Kutabumi II	2007	2013	
2	SMP	SMPN 5 Pasar Kemis	2013	2016	
3	SMA	SMAN 11 Kabupaten Tangerang	2016	2019	IPA
4	Universitas	UPN "Veteran" Jawa Timur	2019	2023	Teknik Lingkungan
TUGAS AKADEMIK					
No.	Tugas/Kegiatan	Judul/Tempat			Tahun
1	Kuliah Kerja Nyata	Bandarasri, Kecamatan Ngoro, Mojokerto			2022
2	Kerja Praktik	PDAM Surya Sembada Kota Surabaya			2022
3	Tugas Perencanaan	Perancangan Bangunan Pengolahan Air Minum Sumber Air Sungai Brantas, Mojokerto, Jawa Timur			2022
		Perancangan Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri <i>Soft Drink</i>			
4	Skripsi	Pengaruh Variasi Bentuk <i>Impeller</i> pada Proses Koagulasi Flokulasi terhadap Pola Aliran			2023
IDENTITAS ORANG TUA					
Nama Lengkap	Gde Arnata Sila Suparta				
Alamat	Jl. Mahakam F33/11 Pondok Indah Kutabumi, Kec. Pasar Kemis, Kab. Tangerang, Banten.				
Nomor Telepon	081280457085				
Pekerjaan	Wiraswasta				

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Komang Mega Ilda Utari
NIM : 19034010075
Fakultas/Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Bentuk *Impeller* pada Proses Koagulasi Flokulasi terhadap Pola Aliran

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "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 terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui 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 apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 8 September 2023

Yang Menyatakan



(Komang Mega Ilda Utari)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat – Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi yang berjudul “Pengaruh Variasi Bentuk *Impeller* pada Proses Koagulasi Flokulasi terhadap Pola Aliran” ini dengan baik dan pada waktu yang tepat. Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir/Skripsi adalah untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan Tugas Akhir/Skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Ibu Dr. Dra Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Mohamad Mirwan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas segala kritik, saran, dan bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir/Skripsi ini.
4. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T. dan Bapak Ir. Tuhu Agung R., M.T. selaku Dosen Penguji atas saran dan masukan yang menjadikan Tugas Akhir/Skripsi ini menjadi lebih baik.
5. Ibu Juli Winarti, S.T. selaku laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membantu dalam proses penelitian dan analisis di laboratorium.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir/Skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk keperluan penulisan kedepannya. Akhir kata, semoga Tugas Akhir/Skripsi ini dapat membawa manfaat baik bagi penulis, pembaca, maupun pihak lain yang terlibat di dalamnya.

Surabaya, September 2023

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Selesainya skripsi ini penulis persembahkan untuk Bapak yang walaupun sosoknya sudah tidak ada tapi semangat, rasa yakin, dan percayanya masih terasa sampai sekarang dan semoga seterusnya. Untuk Ibu, Mba Nida, Mba Putri, Tito, Meade dan seluruh keluarga atas doa dan dukungan baik secara moril maupun materil sehingga penulis bisa sampai pada titik ini.

Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada teman – teman terdekat yang sudah kebersamai, memberi semangat, doa, bantuan, dan hiburan sejak awal perkuliahan sampai dengan selesai yang meskipun tidak penulis sebutkan namanya tapi akan selalu penulis ingat kebaikannya, semoga semua hal baik kembali pada kalian. Kepada teman – teman Teknik Lingkungan 2019 yang sudah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama 4 tahun berkuliah dan seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang turut mengambil peran dalam setiap proses yang penulis lalui.

Terakhir, untuk diri sendiri yang sudah berjuang sejauh ini untuk menyelesaikan satu persatu mimpinya dengan sangat kuat dan berani. Semoga setiap proses dalam penyusunan skripsi ini menjadi pelajaran yang kekal untuk terus melangkah menuju anak tangga – anak tangga lainnya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Lingkup Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum/Teori/Pengertian Dasar/Dasar Teori.....	5
2.1.1 Air Limbah Domestik	5
2.1.2 Pengolahan Air Limbah	6
2.1.3 Koagulasi	7
2.1.4 Flokulasi.....	8
2.1.5 Koagulan	10
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Parameter Pencemar.....	11
2.2.2 Jenis – Jenis Pengadukan	13
2.2.3 <i>Impeller</i>	14
2.2.4 Dinamika Aliran.....	18
2.2.5 Flok	20

2.3 Hasil Penelitian Sebelumnya	21
BAB III.....	24
METODE PENELITIAN	24
3.1 Kerangka Penelitian.....	24
3.2 Bahan dan Alat	26
3.2.1 Bahan.....	26
3.2.2 Alat	27
3.3 Cara Kerja.....	34
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	34
3.3.2 Penelitian Utama	35
3.4 Variabel Penelitian.....	36
3.4.1 Variabel Terikat.....	36
3.4.2 Variabel Bebas.....	36
3.5 Analisis	36
3.6 Jadwal Kegiatan.....	38
BAB IV	40
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hubungan Bentuk <i>Impeller</i> dengan Pola Aliran pada Proses Koagulasi Flokulasi	40
4.2 Kondisi Optimum pada Proses Koagulasi Flokulasi	44
4.2.1 Kondisi Optimum Waktu Pengadukan pada Proses Koagulasi Flokulasi	45
4.2.2 Kondisi Optimum Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> pada Proses Koagulasi Flokulasi	47
4.2.3 Pengaruh Parameter Pendukung pada Proses Koagulasi Flokulasi	53
4.2.4 Uji Statistik.....	61
4.3 Karakteristik Pola Aliran terhadap Optimalisasi Penyisihan Parameter TSS	63
BAB V.....	64
KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64

DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Domestik	6
Tabel 2. 2 Nilai Gradien Kecepatan dan Waktu Detensi Pengadukan Cepat	7
Tabel 2. 3 Kriteria Perencanaan Unit Koagulasi (Pengaduk Cepat)	8
Tabel 2. 4 Nilai Gradien Kecepatan dan Waktu Detensi Pengadukan Lambat	8
Tabel 2. 5 Kriteria Perencanaan Unit Flokulasi (Pengaduk Lambat)	10
Tabel 2. 6 Kriteria Perencanaan <i>Impeller Paddle</i>	16
Tabel 2. 7 Kriteria Perencanaan <i>Impeller Turbine</i>	17
Tabel 2. 8 Kriteria Perencanaan <i>Impeller Propeller</i>	18
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3. 1 Perlengkapan lainnya	33
Tabel 3. 2 Analisis Parameter Penelitian	37
Tabel 3. 3 Matriks Penelitian	37
Tabel 3. 4 Jadwal Penelitian.....	39
Tabel 4. 1 Visualisasi Data Pola Penyebaran Bulir.....	43
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian <i>Particle Size Analyzer (PSA)</i>	51
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Statistik Parameter TSS	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Impeller Paddle</i> & Pola Aliran dalam Tangki Berpengaduk <i>Paddle</i>	15
Gambar 2. 2 <i>Impeller Turbine</i> & Pola Aliran dalam Tangki Berpengaduk <i>Turbine</i>	16
Gambar 2. 3 <i>Impeller Propeller</i> & Pola Aliran dalam Tangki Berpengaduk <i>Propeller</i>	17
Gambar 2. 4 Aliran Laminar	19
Gambar 2. 5 Aliran Transisi.....	19
Gambar 2. 6 Aliran Turbulen	19
Gambar 3. 1 Koagulan PAC	26
Gambar 3. 2 Potongan dan Tampak Atas Bak Koagulasi Flokulasi (satuan mm)	27
Gambar 3. 3 Bak Koagulasi Flokulasi 3D	28
Gambar 3. 4 Foto Bak Koagulasi Flokulasi	28
Gambar 3. 5 Tampak Atas <i>Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 30°</i>	29
Gambar 3. 6 Potongan 3D <i>Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 30°</i>	29
Gambar 3. 7 Tampak Atas <i>Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 60°</i>	30
Gambar 3. 8 Potongan 3D <i>Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 60°</i>	30
Gambar 3. 9 Tampak Atas <i>Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 30°</i>	31
Gambar 3. 10 Potongan 3D <i>Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 30°</i>	31
Gambar 3. 11 Tampak Atas <i>Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 60°</i>	32
Gambar 3. 12 Potongan 3D <i>Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 60°</i>	32
Gambar 3. 13 Foto <i>Impeller Vaned Disc Turbine</i>	33
Gambar 4. 1 Tampak Samping Pola Aliran <i>Impeller</i> ((a) <i>Vaned Disc Turbine Flat Blades, at 60°</i> ; (b) <i>Vaned Disc Turbine Flat Blades, at 30°</i>).....	41
Gambar 4. 2 Tampak Atas Pola Aliran <i>Impeller</i> ((a) <i>Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 30°</i> ; (b) <i>Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 60°</i> ; (c) <i>Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 30°</i> ; (d) <i>Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 60°</i>). 41	41
Gambar 4. 3 Pola Aliran <i>Impeller</i> Berdasarkan Waktu Tertentu.....	42

Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Waktu Pengadukan Koagulasi - Flokulasi terhadap % Penyisihan Parameter TSS pada Setiap Variasi Bentuk <i>Impeller</i> dengan Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> 100 rpm Koagulasi dan 60 rpm Flokulasi	45
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Waktu Pengadukan Koagulasi - Flokulasi terhadap % Penyisihan Parameter TSS pada Setiap Variasi Bentuk <i>Impeller</i> dengan Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> 100 rpm Koagulasi dan 70 rpm Flokulasi	46
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Waktu Pengadukan Koagulasi - Flokulasi terhadap % Penyisihan Parameter TSS pada Setiap Variasi Bentuk <i>Impeller</i> dengan Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> 200 rpm Koagulasi dan 70 rpm Flokulasi	46
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> Koagulasi - Flokulasi terhadap % Penyisihan Parameter TSS pada Setiap Variasi Bentuk <i>Impeller</i> dengan Waktu Pengadukan 0,5 menit Koagulasi dan 20 menit Flokulasi.....	48
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> Koagulasi - Flokulasi terhadap % Penyisihan Parameter TSS pada Setiap Variasi Bentuk <i>Impeller</i> dengan Waktu Pengadukan 1 menit Koagulasi dan 20 menit Flokulasi.....	48
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Kecepatan Putaran <i>Impeller</i> Koagulasi - Flokulasi terhadap % Penyisihan Parameter TSS pada Setiap Variasi Bentuk <i>Impeller</i> dengan Waktu Pengadukan 1 menit Koagulasi dan 30 menit Flokulasi.....	49
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengujian <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	51
Gambar 4. 11 Grafik pH Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 30°</i>	53
Gambar 4. 12 Grafik pH Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 60°</i>	53
Gambar 4. 13 Grafik pH Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 30°</i>	54
Gambar 4. 14 Grafik pH Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 60°</i>	54
Gambar 4. 15 Grafik Suhu Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 30°</i>	56
Gambar 4. 16 Grafik Suhu Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 60°</i>	56

Gambar 4. 17 Grafik Suhu Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 30°</i>	57
Gambar 4. 18 Grafik Suhu Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 60°</i>	57
Gambar 4. 19 Grafik DO Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 30°</i>	59
Gambar 4. 20 Grafik DO Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 4 Flat Blades, at 60°</i>	59
Gambar 4. 21 Grafik DO Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 30°</i>	60
Gambar 4. 22 Grafik DO Sebelum dan Setelah Pengolahan pada <i>Impeller Vaned Disc Turbine, 6 Flat Blades, at 60°</i>	60

ABSTRAK

Air limbah domestik merupakan sumber pencemar dominan pencemaran lingkungan di kota – kota besar. Air limbah domestik mengandung air dan padatan yang terdiri dari 70% kandungan organik dan 30% kandungan anorganik yang membahayakan lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu. Untuk itu diperlukan proses pengolahan yang dapat menyisahkan kandungan parameter pencemar pada air limbah domestik agar mencapai baku mutu yang aman untuk dibuang ke badan air. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan hubungan bentuk *impeller* dengan pola aliran, menganalisis kondisi optimum waktu pengadukan dan kecepatan putaran *impeller*, serta menganalisis karakteristik pola aliran terhadap optimalisasi penyisihan parameter TSS pada proses koagulasi flokulasi. Pada penelitian ini dilakukan proses koagulasi flokulasi secara *batch* dengan menggunakan 4 variasi bentuk *impeller*, 3 variasi waktu pengadukan, dan 3 variasi kecepatan putaran *impeller*. Setelah proses koagulasi flokulasi selesai, dilakukan pengendapan (sedimentasi) selama 1 jam. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara bentuk *impeller* dengan pola aliran pada proses koagulasi flokulasi. Pola aliran yang terbentuk akibat perbedaan bentuk *impeller* juga berpengaruh pada optimalisasi penyisihan parameter TSS, dimana pola aliran *impeller vaned disc turbine, 6 flat blades, at 30°* menghasilkan penyisihan TSS tertinggi dibanding *impeller* lainnya. Selain itu, kondisi optimum proses koagulasi flokulasi adalah pada waktu pengadukan 1 – 20 menit dan kecepatan putaran *impeller* 100 – 60 rpm. Dimana kondisi tersebut dapat menyisahkan parameter TSS sebesar 93,1%.

Kata Kunci: Air Limbah Domestik, Sudut Bilah, Jumlah Bilah.

ABSTRACT

Domestic wastewater is the dominant source of environmental pollution in big cities. Domestic wastewater contains water and solids consisting of 70% organic content and 30% inorganic content which endangers the environment if not treated first. For this reason, a treatment process is needed that can set aside the content of polluting parameters in domestic wastewater in order to reach safe quality standards for discharge into water bodies. This study aims to prove the relationship between impeller shape and flow pattern and analyze the optimum conditions for stirring time and impeller rotation speed in the flocculation coagulation process in removing TSS parameters. In this study, a batch flocculation coagulation process was carried out using 4 variations of impeller shape, 3 variations of stirring time, and 3 variations of impeller rotation speed. After the flocculation coagulation process was completed, sedimentation was carried out for 1 hour. The results showed a relationship between impeller shape and flow pattern in the flocculation coagulation process. The flow pattern formed due to different impeller shapes also affects the optimization of TSS parameter removal, where the flow pattern of the vaned disc turbine impeller, 6 flat blades, at 30° produces the highest TSS removal compared to other impellers. In addition, the optimum condition of the flocculation coagulation process is at a stirring time of 1 - 20 minutes and an impeller rotation speed of 100 - 60 rpm. Where these conditions can remove TSS parameters by 93.1%.

Keywords: *Domestic Wastewater, Blade Angel, Number of Blades.*