



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC
SEBAGAI PENGGANTI AIR AQUADES PADA MESIN
WIRE CUT FANUC UNTUK MENINGKATKAN
EFISIENSI OPERASIONAL**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Muhammad Fakhri Muchlis (2302311124)

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MOTTO

”Masa lalu adalah guru terbaik, karena setiap pengalaman adalah pelajaran yang tak tergantikan.”





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan mengucapkan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Karya sederhana ini dengan penuh rasa hormat dan ketulusan saya persembahkan kepada:

Umi dan Abi tercinta, Rofi Ratnasari dan Agus supardi,

yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, doa, kasih sayang, serta pengorbanan yang tiada henti. Terima kasih atas setiap dukungan, nasihat, kepercayaan, dan perjuangan yang telah diberikan hingga saya mampu menyelesaikan pendidikan ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, keberkahan, dan membalas segala kebaikan Umi dan Abi dengan pahala yang berlipat ganda.

Kakak dan adik tercinta, Muhammad Fachrevi Sabil dan Azkia Humairoh

yang selalu memberikan semangat, doa, perhatian, serta menjadi penyemangat dalam setiap proses yang saya lalui. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan motivasi yang selalu mengiringi langkah saya.

Seluruh keluarga besar,

yang selalu memberikan doa, perhatian, dan dukungan baik secara moril maupun materiil selama perjalanan pendidikan ini. Kehadiran dan kepedulian kalian menjadi penyemangat bagi saya untuk terus berusaha memberikan yang terbaik.

Untuk diri saya sendiri,

terima kasih karena telah mampu bertahan, bangkit dari setiap tantangan, serta terus melangkah meskipun tidak selalu mudah. Terima kasih atas kerja keras, kesabaran, dan tekad untuk menyelesaikan setiap proses hingga titik ini. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih baik dan penuh keberkahan.

Teman-teman dekat,

yang selalu hadir memberikan dukungan, motivasi, bantuan, serta menjadi tempat berbagi cerita selama masa perkuliahan dan penyusunan tugas akhir. Terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, serta kenangan yang telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Keluarga Besar Kelompok Studi Mahasiswa (KSM) Teknik Mesin,

yang telah memberikan banyak pengalaman, pembelajaran, kesempatan untuk berkembang, serta membentuk karakter kepemimpinan, kerja sama, dan tanggung jawab selama berproses di lingkungan organisasi. Terima kasih atas setiap pengalaman yang menjadi bekal berharga bagi masa depan.

Almamater tercinta, Politeknik Negeri Jakarta,

yang telah menjadi tempat saya menimba ilmu, mengembangkan kemampuan, serta membentuk pribadi yang siap menghadapi dunia profesional. Semoga ilmu dan pengalaman yang diperoleh selama menempuh pendidikan dapat menjadi bekal untuk memberikan manfaat bagi masyarakat, bangsa, dan negara.

Akhir kata, semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat, menjadi bagian dari pengembangan ilmu pengetahuan, serta menjadi langkah awal untuk terus berkarya dan memberikan kontribusi yang lebih baik di masa mendatang.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI
PENGANTI AIR AQUADES PADA MESIN *WIRE CUT* FANUC
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL**

Oleh:

Muhammad Fakhri Muchlis

NIM. 2302311124

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Budi Yuwono, S.T.
NIP 196306191990031002

Pembimbing 2

Nabila Yudisha, S.T., M.T
NIP 199311302023212045

Kepala Program Studi

Nabila Yudisha, S.T., M.T
NIP 199311302023212045



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI PEMANFAATAN AIR KONDENSATOR AC SEBAGAI PENGGANTI AIR AQUADES PADA MESIN WIRE CUT FANUC UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Oleh:

Muhammad Fakhri Muchlis
NIM. 2302311124

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 31 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Nabila Yudisha, S.T., M.T.	Ketua		
2	Ir. Sepriandi Parningotan, S.T., M.T, IPM	Anggota		
3	Dr. Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.	Anggota		

Depok 31 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zaiguri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Muhammad Fakhri Muchlis

NIM: 2302311124

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 31 Juli 2026



Muhammad Fakhri Muchlis
NIM.2302311124



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

IMPLEMENTASI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI PENGGANTI AIR AQUADES PADA MESIN *WIRE CUT* FANUC UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Muhammad Fakhri Muchlis¹, Budi Yuwono², dan Nabila Yudisha³

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Halim Perdana Kusuma, Jl. Duryudana no.14, Jakarta Timur, 13610

²Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: muhammad.fakhri.muchlis.tm23@stu.pnj.ac.id
budiyuwono@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan air aquades sebagai fluida dielektrik pada mesin *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM) membutuhkan biaya operasional yang tinggi karena konsumsi yang terus meningkat selama proses pemesinan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan air Kondensat AC sebagai pengganti air aquades melalui evaluasi karakteristik fluida, performa operasional mesin, kualitas hasil pemotongan, dan efisiensi biaya operasional. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan *Design of Experiments* (DOE) melalui perbandingan penggunaan air aquades dan air Kondensat AC sebelum dipurifikasi menggunakan sediment filter dan resin penukar ion pada mesin *Wire-cut EDM* FANUC Robocut α -C400iA. Evaluasi dilakukan terhadap parameter kualitas air, stabilitas resistivitas, kestabilan proses *sparking*, *wire breakage*, akurasi dimensi, kualitas visual hasil pemotongan, kekasaran permukaan menggunakan metode Rugotest, serta analisis biaya operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air Kondensat AC sebelum dipurifikasi memiliki karakteristik yang sesuai sebagai fluida dielektrik alternatif. Penggunaannya mampu mempertahankan stabilitas proses pemotongan, tidak meningkatkan kejadian *wire breakage*, serta menghasilkan akurasi dimensi dan kualitas puair Kondensat AC mampu menurunkan biaya operasional melalui pengurangan kebutuhan pembelian air aquades tanpa menurunkan performa mesin maupun kualitas produk. Dengan demikian, air Kondensat AC layak diterapkan sebagai alternatif fluida dielektrik yang lebih ekonomis dan berpotensi mendukung peningkatan efisiensi operasional pada proses *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM).

Kata kunci: Air Kondensat AC, *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM), Fluida dielektrik, *Wire-cut* FANUC, *Design of Experiments* (DOE), Efisiensi operasional



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

IMPLEMENTASI PEMANFAATAN AIR KONDENSAT AC SEBAGAI PENGGANTI AIR AQUADES PADA MESIN *WIRE CUT* FANUC UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Muhammad Fakhri Muchlis¹, Budi Yuwono², dan Nabila Yudisha³

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Halim Perdana Kusuma, Jl. Duryudana no.14, Jakarta Timur, 13610

²Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

E-mail address: muhammad.fakhri.muchlis.tm23@stu.pnj.ac.id
budiyuwono@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

The use of distilled water as a dielectric fluid in *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM) results in high operating costs due to its continuous consumption during the machining process. This study aims to evaluate the feasibility of air conditioner (AC) condensate water as an alternative to distilled water by analyzing its fluid characteristics, machine operational performance, machining quality, and operational cost efficiency. An experimental method employing a *Design of Experiments* (DOE) approach was conducted by comparing the performance of distilled water and before purify AC condensate water, which was treated using a sediment filter and ion-exchange resin, on a FANUC Robocut α -C400iA Wire-cut EDM machine. The evaluation included water quality parameters, electrical resistivity stability, sparking stability, wire breakage, dimensional accuracy, surface visual quality, surface roughness using the Rugotest method, and operational cost analysis. The results indicate that the before purify AC condensate water possesses characteristics suitable for use as an alternative dielectric fluid. Its application maintained stable machining performance without increasing wire breakage while producing dimensional accuracy and surface quality comparable to those achieved with distilled water. Furthermore, the implementation of AC condensate water significantly reduced operational costs by minimizing the consumption of distilled water without compromising machine performance or product quality. Therefore, purified AC condensate water is considered a feasible and cost-effective alternative dielectric fluid for *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM), offering substantial potential for improving operational efficiency in industrial manufacturing processes.

Keywords: AC condensate water, *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM), Dielectric fluid, FANUC Wire-cut EDM, Design of Experiments (DOE), Operational efficiency.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul " Implementasi Pemanfaatan Air Kondensat Ac Sebagai Pengganti Air Aquades Pada Mesin *Wire Cut* Fanuc Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional". Penyusunan laporan ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma (D3) pada Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penelitian ini memfokuskan pada inovasi substitusi fluida dielektrik menggunakan air Kondensat AC yang dipurifikasi untuk diaplikasikan pada mesin *Wire-cut* di PT XYZ.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin dan selaku Dosen Pembimbing ke-2 yang telah memberikan arahan, ilmu, dan bimbingan yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Budi Yuwono, S.T., selaku Dosen Pembimbing ke-1 yang telah memberikan arahan, ilmu, dan bimbingan yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Pimpinan dan seluruh staf PT XYZ, khususnya di divisi *Diesshop*, yang telah memberikan izin serta fasilitas pendukung selama proses observasi lapangan dan pengambilan data.
5. Agus Supardi dan Rofi Ratnasari selaku kedua orang tua selaku orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moril maupun materil.

7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin angkatan 2023 atas kerja sama dan semangat kebersamaannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik mesin dan efisiensi energi di industri.

Depok, 29 Juli 2026

Muhammad Fakhri Muchlis
NIM.2302311124

x



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

MOTTO.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	4
1.5.1 Penulis.....	4
1.5.2 Institusi.....	5
1.5.3 Industri.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Wire Electrical Discharge Machining (WEDM).....	7



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.1 Pengertian <i>Wire Electrical Discharge Machining (WEDM)</i>	7
2.1.2 Komponen Utama Mesin WEDM	8
2.1.3 Mesin FANUC Robocut α -C400iA	10
2.2 Prinsip <i>Wire Electrical Discharge Machining (WEDM)</i>	13
2.2.1 Mekanisme pembentukan percikan listrik	14
2.2.2 Proses pelelehan dan pengikisan material	15
2.2.3 Fase de-ionisasi dan <i>flushing</i>	16
2.3 Fluida dielektrik pada proses WEDM	17
2.3.1 Pengertian fluida dielektrik	17
2.3.2 Fungsi fluida dielektrik	19
2.4 Spesifikasi fluida dielektrik pada mesin WEDM Fanuc	21
2.4.1 Standar kualitas air dielektrik	21
2.5 Parameter TDS dan konduktivitas pada fluida dielektrik WEDM	22
2.5.1 Definisi Total Dissolved Solids (TDS)	22
2.5.2 Hubungan TDS dan konduktivitas listrik	22
2.5.3 Pengaruh terhadap proses WEDM	24
2.6 Air Kondensat AC sebagai sumber fluida dielektrik	25
2.6.1 Proses terbentuknya air Kondensat AC	25
2.6.2 Karakteristik kimia air Kondensat AC	26
2.6.3 Analisis komparatif karakteristik kimiawi: air aquades vs. air Kondensat AC	28
2.7 Sistem purifikasi air Kondensat AC	32
2.7.1 Mekanisme filter sendimen (<i>sendimen filtration</i>)	33
2.7.2 Prinsip pertukaran ion (<i>ion exchange</i>)	34



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7.3 Resin kation dan resin anion	34
2.7.4 Pengaruh purifikasi terhadap penurunan TDS dan konduktivitas	35
2.8 Kualitas permukaan hasil pemesinan WEDM	36
2.8.1 Kekasaran permukaan (<i>surface roughness</i>).....	37
2.8.2 Parameter kekasaran Ra	37
2.8.3 Pengaruh fluida dielektrik terhadap kekasaran permukaan.....	38
2.9 Integritas permukaan material hasil WEDM	39
2.9.1 Lapisan putih (<i>white layer/recast layer</i>).....	40
2.9.2 Mekanisme pembentukan <i>white layer</i>	41
2.9.3 Zona terpengaruh panas (<i>Heat Affected Zone/HAZ</i>)	41
2.9.4 Pengaruh fluida dielektrik terhadap <i>white layer</i> dan HAZ.....	42
2.9.5 Pengaruh <i>white layer</i> dan HAZ terhadap sifat mekanik material.....	43
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	44
3.2 Penjelasan Langkah Kerja	45
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	45
3.2.2 Studi Literatur	45
3.2.3 Observasi Lapangan.....	45
3.2.4 Pengumpulan Data	45
3.2.5 Pengambilan Sampel Air Kondensat AC	46
3.2.6 Pengujian Karakteristik Air.....	46
3.2.7 <i>Screening</i> dan Seleksi Sampel.....	46
3.2.8 Perancangan Design of Experiments (DOE).....	46
3.2.9 Analisis Hasil Pemotongan Mesin WEDM.....	47



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.10 Analisis Efisiensi Biaya Operasional	47
3.2.11 Kesimpulan dan Saran	47
3.3 Metode pemecahan masalah	47
3.3.1 Design of Experiments (DOE)	48
3.3.2 Variabel Penelitian	49
3.3.3 Teknik Analisis Data	50
BAB 4 PEMBAHASAN	52
4.1 Pengujian Karakteristik Air sebagai Fluida Dielektrik	52
4.1.1 Analisis Nilai pH	53
4.1.2 Analisis Electrical Conductivity (EC)	54
4.1.3 Analisis Total Dissolved Solids (TDS)	55
4.1.4 Analisis Temperatur	56
4.1.5 Analisis Pengaruh Faktor Berdasarkan DOE	57
4.2 Evaluasi peforma operasional mesin	57
4.2.1 Analisis Stabilitas Resistivitas	58
4.2.2 Analisis Stabilitas <i>Sparking</i>	60
4.2.3 Analisis <i>Wire Breakage</i>	61
4.2.4 Analisis Pengaruh Faktor Menggunakan DOE	62
4.3 Analisis kualitas hasil produk	64
4.3.1 Analisis Akurasi Dimensi	64
4.3.2 Analisis Visual Permukaan Hasil Pemotongan	66
4.3.3 Analisis Kekasaran Permukaan (<i>Surface Roughness</i>)	69
4.3.4 Analisis Hasil Berdasarkan DOE	71
4.4 Perhitungan efisiensi biaya operasional	73



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.1 Perbandingan Biaya Operasional Sebelum dan Sesudah Implementasi	74
4.4.2 Analisis Efisiensi Biaya	75
4.4.3 Analisis investasi sistem pendukung	76
4.4.4 Pembahasan Keseluruhan Efisiensi Operasional	77
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	86

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar ion yang paling berpengaruh pada kenaikan TDS	22
Tabel 2. 2 Nilai dari pengaruh TDS pada konduktivitas	23
Tabel 2. 3 Penjelasan komponen utama air [14]	28
Tabel 2. 4 matriks komparatif karakteristik kimiawi [14].....	31
Tabel 3. 1 Faktor dan level penelitian	48
Tabel 3. 2 Matriks pengujian.....	49
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian pH Berdasarkan DOE	53
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata pH	53
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian EC Berdasarkan DOE	54
Tabel 4. 4 Hasil rata-rata EC	55
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian TDS Berdasarkan DOE.....	56
Tabel 4. 6 Hasil rata-rata TDS.....	56
Tabel 4. 7 Hasil pengujian suhu berdasarkan DOE.....	57
Tabel 4. 8 Hasil pengujian resistivitas pada mesin.....	59
Tabel 4. 9 Response Table Resistivitas	59
Tabel 4. 10 Response Table <i>Sparking</i>	61
Tabel 4. 11 Response Table <i>Wire Breakage</i>	62
Tabel 4. 12 Perbandingan performa mesin berdasarkan DOE.....	63
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Akurasi Dimensi	65
Tabel 4. 14 Hasil perbandingan visual permukaan hasil pemotongan	67
Tabel 4. 15 Hasil pengujian kekasaran permukaan	71
Tabel 4. 16 Ringkasan Hasil Respon Kualitas Pemotongan	72
Tabel 4. 17 Perbandingan biaya operasional	74



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 18 Perhitungan efisiensi biaya.....76

Tabel 4. 19 Biaya instalasi penghubung air Kondensat ac ke mesin.....76





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>wire cut</i> fanuc	11
Gambar 2. 3 Prinsip kerja mesin <i>wire eletrical discharge machining</i>	13
Gambar 2. 4 Persentase kadar air	30
Gambar 4. 1 Main effect plot resistivitas	60
Gambar 4. 2 Grafik rata-rata perbandingan persentase error	66
Gambar 4. 3 data akurasi dimensi	66
Gambar 4. 4 Tabel penjelasan alat ukur rugotest	70
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan biaya operasional.....	75

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian ke-1 karakteristik air kondensat AC	86
Lampiran 2 Pengujian ke-2 karakteristik air kondensat AC	86
Lampiran 3 Pengujian ke-3 karakteristik air kondensat AC	87
Lampiran 4 Pengujian ke-4 karakteristik air kondensat AC	87
Lampiran 5 Pengujian ke-5 karakteristik air kondensat AC	88
Lampiran 6 Pengujian ke-6 karakteristik air kondensat AC	88
Lampiran 7 Pengujian ke-7 karakteristik air kondensat AC	89
Lampiran 8 Pengujian ke-8 karakteristik air kondensat AC	89
Lampiran 9 Pengujian ke-8 karakteristik air kondensat AC	90
Lampiran 10 Pengujian ke-8 karakteristik air kondensat AC	90
Lampiran 11 Pengujian ke-1 karakteristik air aquades	91

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur otomotif nasional saat ini menuntut tingkat efisiensi operasional yang tinggi serta ketepatan presisi yang sangat ketat dalam setiap proses produksinya[1]. Sebagai mitra strategis bagi berbagai Agen Tunggal Pemegang Merek (ATPM), PT XYZ mengimplementasikan teknologi pemesinan mutakhir untuk menjamin kualitas dan keandalan alat cetak presisi (*mold & dies*). Salah satu instrumen krusial dalam divisi *dies shop* adalah mesin *Wire-cut EDM (Electrical Discharge Machining)* FANUC Robocut α -C400iA, yang mampu memproses material logam berkekerasan tinggi melalui mekanisme erosi percikan listrik.

Dalam siklus pengerjaannya, mesin *Wire-cut EDM* sangat bergantung pada penggunaan cairan dielektrik berupa air aquades (*demineralized water*). Cairan ini memegang peranan vital sebagai media isolator untuk mengkondisikan celah percikan listrik (*spark gap*), media pendingin kawat elektroda, serta media pembilas beram hasil pemotongan (*flushing*). Namun, proses *flushing* bertekanan tinggi secara kontinu memicu laju penguapan cairan yang signifikan, sehingga volume air dalam tangki sirkulasi cepat berkurang.

Berdasarkan data operasional selama periode tiga bulan di divisi *dies shop*, ditemukan bahwa tingginya volume pengorderan air aquades komersial menjadi masalah paling dominan, mencakup 39% dari total akumulasi kendala operasional perusahaan. Ketergantungan yang tinggi terhadap pasokan aquades komersial ini berdampak langsung pada pembengkakan biaya logistik operasional harian. Di sisi lain, penggunaan air alternatif yang mengandung mineral aktif sangat dihindari karena berisiko memicu hubungan arus pendek (*short circuit*) dini dan pembentukan kerak (*scaling*) yang dapat merusak sistem kelistrikan serta akurasi mesin.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai solusi inovatif, pemanfaatan air Kondensat AC diproyeksikan mampu menjadi substitusi air aquades yang efektif. Secara mekanis, air Kondensat AC terbentuk melalui kondensasi uap udara yang menyerupai prinsip distilasi[2], sehingga menghasilkan tingkat kemurnian yang sangat tinggi, berada di rentang 99% hingga mendekati 100%. Hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa air Kondensat AC bebas secara total dari unsur mineral aktif seperti Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}), dan Natrium (Na^+). Karakteristik ini memberikan jaminan bahwa air AC memiliki sifat isolator dielektrik yang aman bagi stabilitas kawat elektroda (*brass wire*)[3].

Meskipun secara teoretis memiliki potensi efisiensi biaya hingga 60%, implementasi air Kondensat AC memerlukan kajian lebih mendalam terkait performa operasionalnya pada lingkungan produksi nyata. Oleh karena itu, penelitian tugas akhir ini difokuskan pada evaluasi pengaruhnya terhadap parameter konduktivitas atau resistivitas, kestabilan proses pemotongan, dan kualitas akhir pemesinan pada mesin *Wire-cut* EDM FANUC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan timbul dalam pemanfaatan air Kondensat AC sebagai fluida dielektrik yaitu:

1. Bagaimana karakteristik kimia dan fisik air Kondensat AC sebelum purifikasi ditinjau dari parameter *Total Dissolved Solids* (TDS), konduktivitas, resistivitas, serta kandungan ion mineral, dan bagaimana kesesuaiannya sebagai fluida dielektrik pada mesin *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM)?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan air Kondensat AC terhadap performa operasional mesin *Wire-cut* EDM FANUC yang meliputi stabilitas resistivitas, kestabilan proses *sparking*, dan frekuensi terjadinya *wire breakage* selama proses pemotongan?
3. Bagaimana kualitas hasil pemotongan yang menggunakan air Kondensat AC sebagai fluida dielektrik ditinjau dari aspek akurasi dimensi, kondisi visual permukaan, serta nilai kekasaran permukaan hasil pemesinan?

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Seberapa besar efisiensi biaya operasional yang dapat dicapai melalui implementasi air Kondensat AC sebagai pengganti air aquades pada sistem dielektrik mesin *Wire-cut* EDM FANUC?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai Penulis dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik kimia dan fisik air Kondensat AC sebelum proses purifikasi berdasarkan parameter TDS, konduktivitas, resistivitas, dan kandungan mineral terlarut untuk menentukan kelayakannya sebagai fluida dielektrik alternatif pada mesin WEDM.
2. Mengevaluasi pengaruh penggunaan air Kondensat AC setelah proses purifikasi terhadap performa operasional mesin *Wire-cut* EDM FANUC, khususnya pada aspek stabilitas parameter kelistrikan, kestabilan proses pemotongan, dan potensi terjadinya *wire breakage*.
3. Menganalisis kualitas hasil pemotongan menggunakan air Kondensat AC setelah proses purifikasi melalui pengujian akurasi dimensi, analisis visual permukaan, serta pengukuran kekasaran permukaan guna mengetahui kesesuaian kualitas produk yang dihasilkan.
4. Menghitung dan menganalisis tingkat efisiensi biaya operasional yang diperoleh dari pemanfaatan air Kondensat AC sebagai substitusi air aquades pada sistem dielektrik mesin *Wire-cut* EDM FANUC.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan mendalam, maka batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada mesin *Wire-cut* EDM FANUC Robocut α -C400iA yang digunakan pada proses pemesinan di divisi *Dies Shop*.
2. Fluida dielektrik yang diteliti hanya terbatas pada air aquades sebagai fluida standar dan air Kondensat AC sebelum melalui proses purifikasi menggunakan sediment filter dan resin penukar ion.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.Karakterisasi air Kondensat AC dibatasi pada parameter kualitas air yang meliputi:

- a) *Total Dissolved Solids* (TDS),
- b) Konduktivitas listrik,
- c) Resistivitas,
- d) Temperatur

4.Evaluasi performa operasional mesin dibatasi pada:

- a) Stabilitas nilai resistivitas atau konduktivitas fluida,
- b) Kestabilan proses *sparking*,
- c) Frekuensi terjadinya *wire breakage*, tanpa membahas modifikasi sistem

kelistrikan internal maupun parameter kontrol CNC mesin.

5.Analisis kualitas hasil pemotongan dibatasi pada:

- a) Akurasi dimensi hasil pemotongan,
- b) Kondisi visual permukaan hasil pemesinan,
- c) Pengukuran kekasaran permukaan (*surface roughness*) menggunakan metode Rugotest, dan tidak mencakup pengujian struktur mikro, ketebalan *white layer*, maupun Heat Affected Zone (HAZ).

6.Material benda kerja, parameter pemotongan, jenis kawat elektroda, dan kondisi operasi mesin dijaga tetap (konstan) selama pengujian sehingga variabel yang diamati hanya pengaruh penggunaan jenis fluida dielektrik.

7.Analisis efisiensi biaya operasional hanya difokuskan pada penghematan biaya penggunaan air aquades, biaya implementasi sistem purifikasi air Kondensat AC, serta biaya operasional pendukung yang berkaitan langsung dengan penggunaan fluida dielektrik.

8.Penelitian tidak membahas analisis kelayakan ekonomi jangka panjang, pengaruh lingkungan secara mendalam, maupun perancangan sistem otomatisasi pengolahan air.

1.5. Manfaat

1.5.1 Penulis

Penelitian ini diharapkan dapat mengasah kompetensi teknis dalam mengoperasikan mesin pemesinan non-konvensional, mengaplikasikan teori



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

metrologi industri, serta melatih kemampuan *troubleshooting* dalam menyelesaikan permasalahan riil di dunia industri.

1.5.2 Institusi

Sebagai referensi ilmiah dan studi kasus bagi Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi D3 Teknik Mesin, dalam memperkuat kurikulum yang relevan dengan kebutuhan industri (*link and match*) serta menjadi panduan awal bagi penelitian mahasiswa selanjutnya di bidang efisiensi energi dan material.

1.5.3 Industri

Memberikan solusi inovatif bagi PT XYZ dalam menekan biaya operasional harian hingga 39%, mengoptimalkan pemanfaatan limbah Kondensat menjadi aset produktif, serta menjaga keberlanjutan operasional mesin dengan fluida dielektrik yang stabil dan bersih.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dan observatif dengan tahapan sebagai berikut:

1. Observasi Lapangan, Identifikasi masalah operasional pada mesin *Wire-cut* FANUC terkait tingginya konsumsi air aquades.
2. Studi Literatur, Pengkajian teori mengenai prinsip kerja EDM dan karakteristik kimiawi air Kondensat AC.
3. Pengumpulan Data, Melakukan rekapitulasi data pengadaan air dan pengujian laboratorium terhadap sampel air (aquades vs air AC) untuk memastikan absennya mineral aktif.
4. Implementasi & Pengujian, Mengintegrasikan air Kondensat AC ke dalam sistem sirkulasi mesin melalui filtrasi bertingkat dan resin penukar ion, serta melakukan pemantauan terhadap performa pemotongan kawat.
5. Analisis Data, Membandingkan kualitas hasil pemesinan dan menghitung persentase efisiensi biaya yang dicapai.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang konsumsi air aquades, rumusan masalah efektivitas air Kondensat AC, tujuan, batasan masalah, manfaat, lokasi penelitian di PT XYZ, dan metodologi.

2.BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menyajikan teori pendukung mengenai teknologi mesin *Wire-cut* EDM FANUC, prinsip *electrical discharge*, fungsi cairan dielektrik, serta perbandingan karakteristik kimiawi air aquades dan air Kondensat AC.

3.BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tahapan sistematis penelitian meliputi observasi lapangan, identifikasi masalah mesin, pengambilan sampel air, pengujian laboratorium unsur mineral aktif, hingga perancangan instalasi sistem filtrasi eksternal.

4.BAB IV PEMBAHASAN

Evaluasi performa mesin (konduktivitas dan stabilitas kawat), serta perhitungan efisiensi biaya logistik melalui substitusi limbah Kondensat.

5.BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan mengenai kelayakan teknis air Kondensat AC sebagai cairan dielektrik serta saran pengembangan sistem automasi tangki penampung dan jadwal perawatan filtrasi.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi pemanfaatan air Kondensat AC sebagai pengganti air aquades pada mesin *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM) FANUC untuk meningkatkan efisiensi operasional, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil karakterisasi air Kondensat AC menunjukkan bahwa sebelum melalui proses purifikasi menggunakan sediment filter dan resin penukar ion, kualitas air memenuhi karakteristik yang dibutuhkan sebagai fluida dielektrik alternatif pada mesin WEDM. Parameter pH, *Electrical Conductivity* (EC), *Total Dissolved Solids* (TDS), dan temperatur berada pada rentang yang mendukung proses pemesinan, sehingga air Kondensat AC mampu berfungsi sebagai media isolasi listrik, media pendingin, dan media *flushing* yang baik selama proses pemotongan.
2. Penggunaan air Kondensat AC sebagai fluida dielektrik tidak memberikan pengaruh negatif terhadap performa operasional mesin *Wire-cut* EDM FANUC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai resistivitas tetap berada pada kondisi operasi yang stabil, proses *sparking* berlangsung secara kontinu, serta tidak terjadi peningkatan frekuensi *wire breakage* dibandingkan dengan penggunaan air aquades. Berdasarkan analisis *Design of Experiments* (DOE), jenis fluida dielektrik tidak memberikan perubahan yang signifikan terhadap performa operasional mesin.
3. Kualitas hasil pemotongan menggunakan air Kondensat AC menunjukkan hasil yang sebanding dengan penggunaan air aquades. Pengujian akurasi dimensi menunjukkan nilai deviasi yang masih berada dalam batas toleransi, hasil observasi visual memperlihatkan permukaan pemotongan yang seragam tanpa cacat yang signifikan, sedangkan hasil pengujian kekasaran permukaan menggunakan metode Rugotest menunjukkan tingkat kekasaran yang setara dengan spesimen pembanding. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penggunaan air Kondensat AC mampu mempertahankan kualitas hasil pemesian pada proses WEDM.

4. Implementasi air Kondensat AC sebagai pengganti air aquades mampu meningkatkan efisiensi biaya operasional perusahaan melalui pengurangan kebutuhan pembelian air aquades. Meskipun diperlukan investasi awal untuk pembangunan sistem penampungan dan purifikasi air Kondensat AC, biaya tersebut hanya bersifat satu kali (*capital investment*), sedangkan biaya operasional rutin setelah implementasi menjadi lebih rendah. Dengan tetap terjaganya performa mesin dan kualitas hasil pemotongan, pemanfaatan air Kondensat AC dapat dinyatakan layak diterapkan sebagai alternatif fluida dielektrik yang lebih ekonomis pada mesin *Wire Electrical Discharge Machining* (WEDM).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang terdapat dalam pelaksanaan penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk mengevaluasi kestabilan kualitas air Kondensat AC terhadap performa mesin serta umur pakai media filtrasi dan resin penukar ion.
2. Perlu dilakukan pengujian menggunakan instrumen yang lebih akurat, seperti *Surface Roughness Tester*, untuk memperoleh nilai kekasaran permukaan (Ra) secara kuantitatif sehingga hasil analisis kualitas permukaan menjadi lebih representatif dibandingkan metode Rugotest.
3. Penelitian berikutnya dapat menambahkan pengujian metalurgi, seperti pengamatan struktur mikro, ketebalan *white layer*, dan *Heat Affected Zone* (HAZ) menggunakan mikroskop optik atau *Scanning Electron Microscope* (SEM) sehingga pengaruh penggunaan air Kondensat AC terhadap integritas permukaan material dapat diketahui secara lebih mendalam.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4. Variasi parameter pemotongan, seperti arus listrik, *pulse-on time*, *pulse-off time*, tekanan *flushing*, jenis material benda kerja, dan jenis kawat elektroda dapat ditambahkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan air Kondensat AC pada berbagai kondisi operasi mesin WEDM.
5. Analisis ekonomi pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menghitung *payback period*, *Return on Investment* (ROI), biaya siklus hidup sistem (*life cycle cost*), serta manfaat lingkungan dari pemanfaatan air Kondensat AC sebagai bagian dari penerapan konsep produksi berkelanjutan (*sustainable manufacturing*).
6. Sistem penampungan dan purifikasi air Kondensat AC dapat dikembangkan menjadi sistem yang lebih otomatis dengan penambahan sensor TDS, konduktivitas, level air, dan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga kualitas fluida dielektrik dapat dipantau secara *real-time* dan lebih mudah diterapkan pada skala industri.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. H. Ho, S. T. Newman, S. Rahimifard, and R. D. Allen, "State of the art in wire electrical discharge machining (WEDM)," *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, vol. 44, no. 12–13, pp. 1247–1259, Oct. 2004, doi: 10.1016/j.ijmachtools.2004.04.017.
- [2] N. K. Singh, P. M. Pandey, K. K. Singh, and M. K. Sharma, "Steps towards green manufacturing through EDM process: A review," Dec. 31, 2016, *Cogent OA*. doi: 10.1080/23311916.2016.1272662.
- [3] A. Magrini, L. Cattani, M. Cartesegna, and L. Magnani, "Water production from air conditioning systems: Some evaluations about a sustainable use of resources," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 9, no. 8, Jul. 2017, doi: 10.3390/su9081309.
- [4] A. R. S. S. S. G. A. K. B. C. L. H. M. Kamal Ukey, "Wire electrical discharge machining (WEDM) review on current optimization research trends," *Mater. Today Proc.*, Jun. 2023.
- [5] A. N. S. <https://orcid.org/0000-0002-3573-8385>, [...], and N. Z. K. <https://orcid.org/0000-0002-4747-9114> Md Nadeem Alam <https://orcid.org/0000-0002-9871-3249>, "A comprehensive review on wire EDM performance evaluation," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, vol. 236, no. 4, Jan. 2022.
- [6] C. Sarala Rubi *et al.*, "Comprehensive review on wire electrical discharge machining: a non-traditional material removal process," 2024, *Frontiers Media SA*. doi: 10.3389/fmech.2024.1322605.
- [7] A. S. S. Balan and A. Giridharan, "A progress review in wire electrical discharge machining process," Jun. 01, 2017, *Universiti Malaysia Pahang*. doi: 10.15282/ijame.14.2.2017.1.0330.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [8] H. Anwar, S. K. Shather, and W. S. Khudhir, "WEDM Process Parameters Analysis and Optimization: A Review," 2024, *Editorial Salud, Ciencia y Tecnologia*. doi: 10.56294/sctconf2024860.
- [9] "FANUC Corporation. 2012. ROBOCUT α -C400iA Operator's Manual. FANUC Corporation.," 2012.
- [10] J. Vinodh Jose and M.S. Shunmugam, "Investigation into white layer formed on wire electrical discharge machined Ti6Al4V surface," *International journal od machining and machinability of materials*, vol. 6, Jul. 2009.
- [11] A. Abdudeen, J. E. A. Qudeiri, A. Kareem, T. Ahammed, and A. Ziout, "Recent advances and perceptive insights into powder-mixed dielectric fluid of EDM," Aug. 01, 2020, *MDPI AG*. doi: 10.3390/M11080754.
- [12] A. K. Singh, R. Mahajan, A. Tiwari, D. Kumar, and R. K. Ghadai, "Effect of Dielectric on Electrical Discharge Machining: A Review," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Jul. 2018. doi: 10.1088/1757-899X/377/1/012184.
- [13] "FANUC Corporation. 2015. ROBOCUT α -C400iA Maintenance Manual. FANUC Corporation."
- [14] A. A. and S. H. M. B. Khan, "Performance Evaluation of Water-Based Dielectric Fluids in Wire EDM Process," *nternational Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 126, 2023.
- [15] G. C. Carlini, C. da Silva, R. Blödorn, and F. L. Amorim, "PERFORMANCE OF WATER AND HYDROCARBON DIELECTRICS IN WEDM OF CEMENTED CARBIDE," in *MATTER: International Journal of Science and Technology (ISSN 2454-5880)*, Global Research & Development Services Publishing, Mar. 2026, pp. 01–12. doi: 10.20319/stra.2026.0112.
- [16] M. A. Nafi and M. P. Jahan, "Functional Surface Generation by EDM—A Review," Jan. 01, 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/mi14010115.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [17] M. M. Alom, A. Ahsan, and M. Imteaz, "Quantity and quality of condensate air conditioner water for potential use in drinking purpose," *Desalination Water Treat.*, vol. 210, pp. 164–169, Jan. 2021, doi: 10.5004/dwt.2021.26571.
- [18] G. V. J. C. R. V. M. M. P. F. Pablo Zapico, "On-machine non-contact roughness verification system based on Conoscopic holography," *Precis. Eng.*, vol. 73, pp. 115–127, Jan. 2022.
- [19] G. E. Adjovu, H. Stephen, and S. Ahmad, "A Machine Learning Approach for the Estimation of Total Dissolved Solids Concentration in Lake Mead Using Electrical Conductivity and Temperature," *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 13, Jul. 2023, doi: 10.3390/w15132439.
- [20] R. R. T. D. W. H. K. J. H. G. T. By John C. Crittenden, *water treatment principles and design*, Third. Wiley.
- [21] M. L. Inamuddin, *Ion Exchange Technology I: Theory and Materials*, Springer. New York London: Springer, 2012.
- [22] S. Algarni, C. A. Saleel, and M. A. Mujeebu, "Air-conditioning condensate recovery and applications—Current developments and challenges ahead," Feb. 01, 2018, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.scs.2017.11.032.
- [23] B. K. A. b, R. P. c d, A. S. K. e, G. S. C. a, S. C. K. c Palanisamy Dhamodharan a, "Current state of research in air-conditioning condensate utilization and challenges: A review approach," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 233, Oct. 2023.
- [24] N. Mohammed *et al.*, "Selective adsorption and separation of organic dyes using functionalized cellulose nanocrystals," *Chemical Engineering Journal*, vol. 417, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.cej.2021.129237.
- [25] D. W. b, R. M. c, J. M. d, M. W. e, A. M. f, P. C. g, H. G. h M. Brown a h, "Destructive and non-destructive testing methods for characterization and detection of machining-induced white layer: A review paper," *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.*, vol. 23, pp. 39–53, Nov. 2018.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [26] P. S. Rao, K. Ramji, and B. Satyanarayana, "Experimental Investigation and Optimization of Wire EDM Parameters for Surface Roughness, MRR and White Layer in Machining of Aluminium Alloy," *Procedia Materials Science*, vol. 5, pp. 2197–2206, 2014, doi: 10.1016/j.mspro.2014.07.426.
- [27] V. K. and V. U. Sharad Yadav, "Surface modification by electrical discharge machining: A systematic literature review and bibliometric analysis," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, vol. 239, no. 5, Nov. 2023.
- [28] N Tosun and C Cogun, "Analysis of wire erosion and workpiece surface roughness in wire electrical discharge machining," *Proc. Inst. Mech. Eng. B J. Eng. Manuf.*, vol. 217, no. 5, May 2003, doi: 10.1243.
- [29] C. A. H. L. R. D. T. & F. L. A. Luca Watanabe Reolon, "WEDM performance and surface integrity of Inconel alloy IN718 with coated and uncoated wires," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 100, pp. 1981–1991, Oct. 2018.
- [30] H. Bisaria and P. Shandilya, "Surface integrity aspects for NiTi shape memory alloys during wire electric discharge machining: A review," Mar. 30, 2020, *Cambridge University Press*. doi: 10.1557/jmr.2020.32.
- [31] F. Klocke *et al.*, "Turbomachinery component manufacture by application of electrochemical, electro-physical and photonic processes," *CIRP Ann. Manuf. Technol.*, vol. 63, no. 2, pp. 703–726, 2014, doi: 10.1016/j.cirp.2014.05.004.
- [32] V. K. and R. S. P. Sharma, "Recent Advances in Wire Electrical Discharge Machining: A Comprehensive Review," *J. Manuf. Process.*, vol. 84, 2023.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PENGUJIAN KE-1 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



LAMPIRAN 2 PENGUJIAN KE-2 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 3 PENGUJIAN KE-3 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



LAMPIRAN 4 PENGUJIAN KE-4 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 5 PENGUJIAN KE-5 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



LAMPIRAN 6 PENGUJIAN KE-6 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 7 PENGUJIAN KE-7 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



LAMPIRAN 8 PENGUJIAN KE-8 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 9 PENGUJIAN KE-8 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



LAMPIRAN 10 PENGUJIAN KE-8 KARAKTERISTIK AIR KONDENSAT AC



JAKARTA

LAMPIRAN 11 PENGUJIAN KE-1 KARAKTERISTIK AIR AQUADES



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA