

LAMPIRAN A

HASIL ANALISIS / PENGUKURAN

A.1 Hasil Analisa Limbah Awal

Tabel A. 1 Hasil Uji Awal Sampel Air Limbah Industri Batik di Sidoarjo

Parameter	Satuan	Hasil Uji Laboratorium	Baku Mutu*
TSS	mg/L	390,80	50
Kekeruhan	NTU	123,10	3
Warna	Pt-Co	1103	200

Sumber: Genau *Laboratory*, 2023

*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2019



SUMMARY OF TEST RESULT

Job No. : GL-0420
 Customer : KEMAL NADAR SABILLILLAH
 Contract/PO No. : APPROVAL QUOTE
 Laboratory Sample ID : GL-0420
 Customer Sample ID : Air Limbah Industri Tekstil
 Date Sampled : 18-Sep-23
 Time Sampled : 09:00-10:00
 Sample Matrix : Waste Water
 Coordinates : -

No.	Test Item	Unit	Test Method	Result	RL	Standard Limit ^{1/2}
1	Total Suspended Solid, TSS	mg/L	SNI 06-6989.3-2004	390.8	0.01	50
2	Kekeruhan	NTU	SNI 06-6989.25-2005	123.1	0.01	-
3	Warna	Pt-Co	SNI 6989.80-2011	1103	0.01	200

Remarks:
 RL = Reporting limit, quantitation limit of analyte in sample
¹SL = Standard limit, regulatory limit or threshold value
 # = Refer to Part/Item LHK no. 10/2019
 (x.x) = (.) As character indicate thousands notation
 (x.x.x) = (.) As character indicate decimal notation

DRAFT

Page 3 of 3

LAMPIRAN B

DOKUMENTASI

B.1 Pengambilan Sampel



Gambar B. 1 Pengambilan Sampel Awal Air Limbah Industri Batik di Sidoarjo
Sumber: Hasil Survey Peneliti, 2024



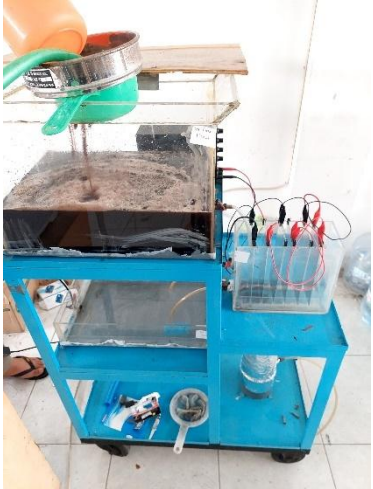
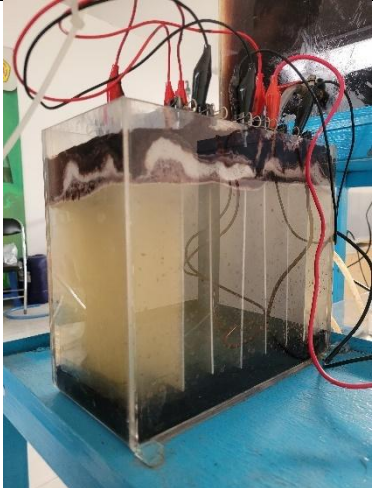
Gambar B. 2 Sampel Air Limbah Batik Yang Akan Diolah
Sumber: Hasil Pengambilan Sampel oleh Peneliti, 2025

B.2 Penelitian

Tabel B. 1 Proses Penelitian Air Limbah Industri Batik

No	Keterangan	Gambar
1	Proses memasukkan sampel sebanyak 100L dari derigen kedalam Bak Kontainer berkapasitas 150L	

No	Keterangan	Gambar
2	Proses pengadukan pada Bak Kontainer menggunakan pengaduk dan Aerator agar air limbah menjadi homogen sebelum masuk ke Bak Pengendap Awal, lalu memasukkan pompa <i>submersible</i> beserta selangnya yang menuju ke Bak Pengendap Awal	
3	Proses masuknya air limbah dari Bak Kontainer menuju ke Bak Pengendap Awal	
4	Proses <i>setting</i> Ampere dari <i>Power Supply</i> sesuai kebutuhan yaitu sebesar 5A	

No	Keterangan	Gambar
5	Proses memasang Plat Aluminium sesuai dengan jarak antar elektroda yang telah ditentukan sebanyak 6 buah, memasang kabel positif (+) dan negatif (-) sesuai dengan masing-masing elektroda	
6	Proses Elektrokoagulasi, air limbah dari Bak Penampung Awal masuk ke Bak Elektrokoagulasi dengan debit air limbah yang telah ditentukan sehingga tdl Elektrokoagulasi dapat tercapai	
7	Proses Sedimentasi, air limbah dari Bak Elektrokoagulasi menuju Bak Sedimentasi sesuai dengan debit yang telah ditentukan	

No	Keterangan	Gambar
8	Proses Fotokatalis, air limbah dari Bak Sedimentasi menuju Fotokatalis dengan debit yang telah ditentukan, posisi Lampu UV sudah menyala	
9	Bak Penampung Akhir, setelah air limbah melewati proses tersebut maka ditampung di Bak Penampung Akhir	

Sumber: Hasil Penelitian oleh Peneliti, 2025

B.3 Hasil Penelitian

Tabel B. 2 Sampel Air Limbah Hasil Penelitian

No	Keterangan	Gambar
1	Hasil Inlet variasi jarak antar elektroda (1,5 cm dan 3 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	

No	Keterangan	Gambar
2	Hasil Elektrokoagulasi variasi jarak antar elektroda (1,5 cm dan 3 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	
3	Hasil Fotokatalis variasi jarak antar elektroda (1,5 cm dan 3 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	
4	Hasil Inlet, Elektrokoagulasi, Fotokatalis variasi jarak antar elektroda (1,5 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	
5	Hasil Inlet, Elektrokoagulasi, Fotokatalis variasi jarak antar elektroda (3 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	

No	Keterangan	Gambar
6	Hasil Elektro variasi jarak antar elektroda (1,5 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	
7	Hasil Elektro variasi jarak antar elektroda (3 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	
8	Hasil Fotokatalis variasi jarak antar elektroda (1,5 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	

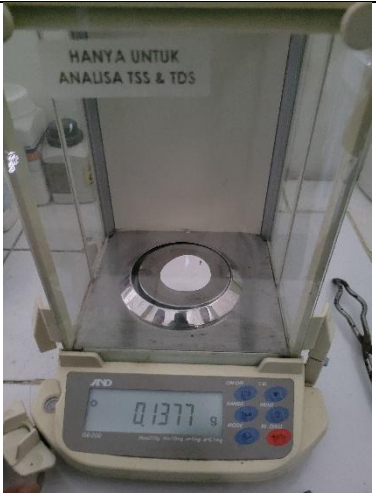
No	Keterangan	Gambar
9	Hasil Fotokatalis variasi jarak antar elektroda (3 cm) dan waktu sampling (0,60,90,120,150) menit	

Sumber: Hasil Penelitian oleh Peneliti, 2025

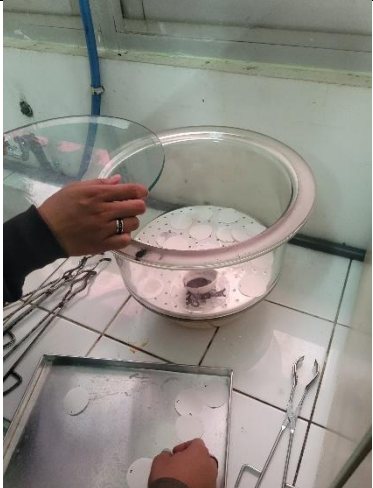
B.4 Uji Lab

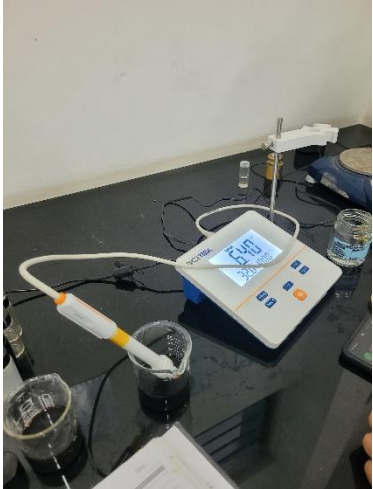
Tabel B. 3 Uji Laboratorium *Total Suspended Solid (TSS)*

No	Keterangan	Gambar
1	Mempersiapkan kertas saring dengan kode air limbah sesuai matriks yang telah dibuat	

No	Keterangan	Gambar
2	Memasukkan kertas saring kedalam oven dengan suhu 103°C - 105°C dalam waktu 1 jam atau 60 menit	
3	Setelah 1 jam atau 60 menit berada didalam oven, kertas saring dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator dengan kurun waktu 20 menit	
4	Setelah 20 menit berada dalam desikator maka kertas saring ditimbang dengan neraca analitik sebagai berat awal dan dicatat tiap beratnya	

No	Keterangan	Gambar
5	Mempersiapkan sampel air limbah sesuai kode yang tercatat dalam matriks penelitian	
6	Mempersiapkan kertas saring	
7	Menuang sampel air limbah sebanyak 30 mL yang berada dalam erlenmeyer kedalam corong dan di vakum	

No	Keterangan	Gambar
8	Meletakkan kembali kertas saring kedalam oven bersuhu 103°C - 105°C selama 1 jam atau 60 menit	
9	Meletakkan kertas saring yang telah di oven kedalam desikator selama 20 menit	
10	Menimbang kertas saring sebagai berat akhir dan dicatat setiap beratnya	

No	Keterangan	Gambar
11	Menganalisa pH dengan pH meter skala laboratorium	

Sumber: Hasil Penelitian oleh Peneliti, 2025

Tabel B. 4 Uji Laboratorium Warna

No	Keterangan	Gambar
1	Sampel Air Limbah diserahkan kepada pihak <i>Genau Laboratory</i> untuk diujikan agar parameter warna (Pt-Co) dapat diketahui	

Sumber: Hasil Penelitian oleh *Genau Laboratory*, 2025

B.5 Hasil Penelitian *Genau Laboratory*

SUMMARY OF TEST RESULT

Job No. : GL-1194/III/2025
 Customer : KEMAL NADAR SABILLAH
 Quotation/PO No. : 4394/GL/Q/XII/2024

Laboratory Sample ID : GL-1194-1
 Customer Sample ID : Inlet 1.5 Cm 0 Menit
 Date Sampled : 11-Mar-25
 Time Sampled : 07.00
 Sample Matrix : Water Pollution
 Coordinates : -

No.	Laboratory Sample ID	Customer Sample ID	Test Item	Unit	Test Method	Result	RL	Standard Limit ^{1#}
1	GL-1194-1	A1 (Inlet 1,5 cm 0 menit)	Color**	Pt-Co	SNI 6989.80:2011	1,128	9.9	200
2	GL-1194-2	B1 (Elektro 1,5 cm 0 menit)				261		
3	GL-1194-3	C1 (Fotokatalis 1,5 cm 0 menit)				211		
4	GL-1194-4	A2 (Inlet 1,5 cm 60 menit)				1,132		
5	GL-1194-5	B2 (Elektro 1,5 cm 60 menit)				253		
6	GL-1194-6	C3 (Fotokatalis 1,5 cm 60 menit)				203		
7	GL-1194-7	A3 (Inlet 1,5 cm 90 menit)				1,147		
8	GL-1194-8	B3 (Elektro 1,5 cm 90 menit)				227		
9	GL-1194-9	C3 (Fotokatalis 1,5 cm 90 menit)				153		
10	GL-1194-10	A4 (Inlet 1,5 cm 120 menit)				1,144		
11	GL-1194-11	B4 (Elektro 1,5 cm 120 menit)				205		
12	GL-1194-12	C4 (Fotokatalis 1,5 cm 120 menit)				124		
13	GL-1194-13	A5 (Inlet 1,5 cm 150 menit)				1,139		
14	GL-1194-14	B5 (Elektro 1,5 cm 150 menit)				186		
15	GL-1194-15	C5 (Fotokatalis 1,5 cm 150 menit)				107		

Remarks:

RL = Reporting limit, quantitation limit of analyte in sample

¹SL = Standard limit, regulatory limit or threshold value

= Refer to PerMen LHK No. P.16/2019 Attachment II

NA = Not Applicable

** = Not Accredited

Bold = Result exceeding the standart limit

(x,x) = (,) As character to indicate thousands notation

(x.x) = (.) As character to indicate decimal notation

Ambient Temperature = Uninformation

PT. Genau Loka Gantari
 Technical Manager

Dian Nur Kuncoro, S. Si

Note : The test results relate only to samples being tested

Gambar B. 3 Gambar Hasil Penelitian Parameter Warna oleh *Genau Laboratory* (1)

Sumber: Hasil Analisa *Genau Laboratory*, 2025

SUMMARY OF TEST RESULT

Job No. : GL-1194/III/2025
 Customer : KEMAL NADAR SABILILLAH
 Quotation/PO No. : 4394/GL/Q/XII/2024

Laboratory Sample ID : GL-1194-1
 Customer Sample ID : Inlet 1.5 Cm 0 Menit
 Date Sampled : 11-Mar-25
 Time Sampled : 07.00
 Sample Matrix : Water Pollution
 Coordinates : -

No.	Laboratory Sample ID	Customer Sample ID	Test Item	Unit	Test Method	Result	RL	Standard Limit ^{1/#}
1	GL-1194-16	A6 (Inlet 3 cm 0 menit)	Color**	Pt-Co	SNI 6989.80:2011	1,390	9.9	200
2	GL-1194-17	B6 (Elektro 3 cm 0 menit)				290		
3	GL-1194-18	C6 (Fotokatalis 3 cm 0 menit)				232		
4	GL-1194-19	A7 (Inlet 3 cm 60 menit)				1,417		
5	GL-1194-20	B7 (Elektro 3 cm 60 menit)				281		
6	GL-1194-21	C7 (Fotokatalis 3 cm 60 menit)				217		
7	GL-1194-22	A8 (Inlet 3 cm 90 menit)				1,448		
8	GL-1194-23	B8 (Elektro 3 cm 90 menit)				232		
9	GL-1194-24	C8 (Fotokatalis 3 cm 90 menit)				153		
10	GL-1194-25	A9 (Inlet 3 cm 120 menit)				1,432		
11	GL-1194-26	B9 (Elektro 3 cm 120 menit)				165		
12	GL-1194-27	C9 (Fotokatalis 3 cm 120 menit)				98		
13	GL-1194-28	A10 (Inlet 3 cm 150 menit)				1,477		
14	GL-1194-29	B10 (Elektro 3 cm 150 menit)				151		
15	GL-1194-30	C10 (Fotokatalis 3 cm 150 menit)				85		

Remarks:

RL = Reporting limit, quantitation limit of analyte in sample

¹SL = Standard limit, regulatory limit or threshold value

= Refer to PerMen LHK No. P.16/2019 Attachment II

NA = Not Applicable

** = Not Accredited

Bold = Result exceeding the standart limit

(x,x) = (,) As character to indicate thousands notation

(x.x) = (.) As character to indicate decimal notation

Ambient Temperature = Uninformation

PT. Genau Loka Gantari
 Technical Manager

Dian Nur Kuncoro, S. Si

Note : The test results relate only to samples being tested

Gambar B. 4 Gambar Hasil Penelitian Parameter Warna oleh *Genau Laboratory*
 (2)
 Sumber: Hasil Analisa *Genau Laboratory*, 2025

LAMPIRAN C

DETAIL ENGINEERING DESIGN

C.1 Perhitungan Reaktor

a. Reaktor Elektrokoagulasi

- Data Perencanaan

- Debit pengolahan (Q) = 0,22 L/menit = 0,003 L/detik
= 0,00022 m³/menit
- Waktu kontak (td) = 30 menit

Referensi waktu kontak

(A. R. Sulistyaningsih & Agung, 2020a) melakukan penelitian elektrokoagulasi dengan hasil uji awal limbah dengan parameter sebesar 630 mg/L, setelah melakukan penelitian ditemukan penurunan TSS selama 30 menit sebesar 122,535 mg/L.

- Perhitungan

- Volume = Debit x waktu kontak
= 0,00022 m³/menit x 30 menit
= 0,0066 m³
- Dimensi
 - P = 2L
 - T efektif = 20 cm
= 0,20 m
 - Freeboard diasumsikan = 2 cm
 - T total = T efektif + Freeboard
= 20 cm + 2 cm
= 22 cm
= 0,22 m
- Volume = P x L x T
0,0066 m³ = 2L x L x 0,22 m
0,0066 m³ = 0,44L²

$$\begin{aligned}
 L &= 0,12 \text{ m} \\
 P &= 2L \\
 &= 2(0,12 \text{ m}) \\
 &= 0,24 \text{ m} \approx 0,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Dimensi plat elektroda

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 22 \text{ cm} \\
 \text{Lebar} &= 10 \text{ cm} \\
 \text{Ketebalan} &= 0,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Reaktor Pengendapan

- Data Perencanaan

- Debit pengolahan (Q) $= 0,22 \text{ liter/menit}$
 $= 0,00022 \text{ m}^3/\text{menit}$
- Bentuk reaktor $= \text{rectangular}$ (persegi panjang)

(Sumber : Qasim, 1985. *Wastewater Treatment Plants : Planning design and operation*. Holt, Rinehart, and Wiston)

- *Bilangan Reynold (Nre) = < 2000 (aliran laminar)*

(Sumber : SNI 6774 – 2008 Tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air)

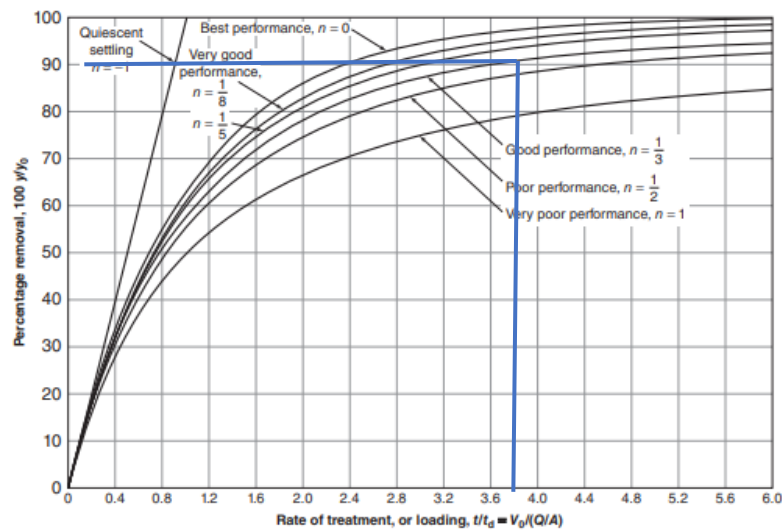
- Perhitungan

- 1) Debit reaktor pengendapan

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,22 \text{ L/menit} \\
 &= 0,00022 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 &= 3,7 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

- 2) Kecepatan pengendapan

Hubungan antara Efisiensi pengendapan dengan kinerja (Good Performance), dimana efisiensi pengendapan 90% dan $n = 1/3$ maka dapat dilihat pada grafik dibawah :



Performance curves for settling basin of varying effectiveness

(Sumber: Shammas, 2016)

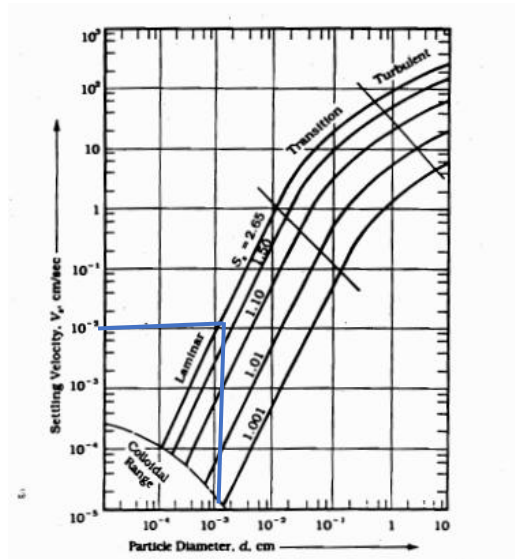
Berdasarkan grafik maka, untuk persen removal 90% sehingga : $\frac{t - V_0}{td} \frac{Q}{A}$

= 3,6

Kecepatan Pengendapan Partikel (V_s)

Diameter partikel = $8 \times 10^{-4} \text{ cm} = 8 \times 10^{-6} \text{ m}$

S_g = 2,65



$V_s = 4 \times 10^{-3} \text{ cm/s} = 4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

$$\frac{t}{td} = \frac{Vo}{(Q/A)}$$

$$Vo = \frac{t}{td} \times \left(\frac{Q}{A} \right)$$

(Sumber : Shamma N. K., Wang L. K., 2016. Water Engineering : Hydraulics, Distribution and treatment. 1st Edition. Halaman 449)

$$\text{Dimana } Vs = \frac{Q}{A}$$

$$Vo = \frac{t}{td} \times Vs$$

$$\begin{aligned} Vo &= 3,6 \times (4 \times 10^{-3} \text{ cm/s}) \\ &= 0,0144 \text{ cm/s} \\ &= 0,000144 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3) Luas reaktor pengendapan

$$\frac{t}{td} = \frac{Vo}{Q/A} = 3,6$$

$$\frac{t}{td} \times \frac{Q}{A} = Vo$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{Vo}{\frac{t}{td}}$$

$$\frac{3,7 \times \text{cm}^3/\text{s}}{A} = \frac{0,0144 \text{ cm/s}}{3,6}$$

$$A = \frac{3,7 \text{ cm}^3/\text{s} \times 3,6}{0,0144 \text{ cm/s}}$$

$$A = 925 \text{ cm}^2$$

$$A = 0,0925 \text{ m}^2$$

4) Dimensi reaktor pengendapan

Direncanakan

$$L = 1,1 B$$

$$A = B \times L$$

$$0,0925 \text{ m}^2 = B \times 1,1B$$

$$0,0925 \text{ m}^2 = 1,1B^2$$

$$B = 0,289 \text{ m} \approx 0,30 \text{ m}$$

$$L = 1,1B$$

$$L = 1,1(0,30 \text{ m})$$

$$= 0,33 \text{ m}$$

$$H = 0,10 \text{ m}$$

$$H_{\text{total}} = H + f_b$$

$$= 0,10 \text{ m} + (20\% \times 0,10 \text{ m})$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

5) Waktu detensi

$$T_d = \frac{A \times H}{Q}$$

$$= \frac{0,0925 \text{ m}^2 \times 0,10 \text{ m}}{3,7 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$= 2500 \text{ detik}$$

$$= 41,66 \text{ menit} \approx 30 \text{ menit}$$

6) Kecepatan Horizontal Partikel

$$V_h = \frac{Q}{L \times H}$$

$$= \frac{3,7 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,33 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}}$$

$$= 1,12 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

7) Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{\text{Luas keliling basah}}{\text{Keliling penampang basah}}$$

$$= \frac{B \times H}{B + 2H}$$

$$= \frac{0,30 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}}{0,30 \text{ m} + 2(0,10 \text{ m})}$$

$$= 0,06 \text{ m}$$

8) Cek bilangan Reynold

$$N_{re} = \frac{V_h \times R}{\nu}$$

$$= \frac{1,12 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0,06 \text{ m}}{8,774 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 0,773 \rightarrow \text{memenuhi } (< 2000)$$

9) Cek bilangan Froud

$$N_{fr} = \frac{V_h^2}{(g \times R)}$$

$$= \frac{(1,12 \times 10^{-5} \text{ m/s})^2}{(9,81 \text{ m/s} \times 0,06 \text{ m})}$$

$$= 2,135 \times 10^{-8}$$

Jadi untuk ukuran reaktor pengendapan adalah :

Panjang = 0,33 m

Lebar = 0,30 m

Tinggi air = 0,10 m

Tinggi total = 0,12 m

c. Reaktor Fotokatalis

- Debit pengolahan (Q) = 0,22 L/menit
- Tinggi Total = 30 cm = 0,30 m
- Td = 30 menit

(A. R. Sulistyaningsih & Agung, 2020a) melakukan penelitian kombinasi elektrokoagulasi fotokatalis dengan hasil uji awal limbah dengan parameter warna sebesar 668 PtCo, setelah melakukan penelitian ditemukan penurunan warna selama 30 menit menjadi 109 PtCo.

- Perhitungan:

$$1. \text{ Volume} = Q \times T_d$$

$$= 0,22 \text{ L/ menit} \times 30 \text{ menit}$$

$$= 6,6 \text{ L}$$

$$= 0,0066 \text{ m}^3$$

2. Dimensi

$$\text{Volume} = \pi \times r^2 \times T$$

$$0,0066 \text{ m}^3 = 3,14 \times r^2 \times 0,30 \text{ m}$$

$$R = 0,08 \text{ m}$$

$$D = 0,16 \text{ m}$$

d. Reaktor Bak Penampung

- Data Perencanaan

- Debit pengolahan (Q) = 0,22 liter/menit
= 0,00022 m³/menit
- Waktu tinggal = 150 menit
- Perhitungan
 - Volume = Debit x waktu kontak
= 0,00022 m³/menit x 150 menit
= 0,033 m³
 - Dimensi
Volume = P x L x T
Dimana, P = 2L dan T = 0,3 m
0,033 m³ = 2L x L x 0,3 m
0,033 m³ = 0,6 L²
L = 0,23 m
P = 2 x 0,23 m
= 0,46 m

C.2 Contoh Perhitungan % Penyisihan *Total Suspended Solid* (TSS)

Data yang diperoleh:

- TSS Awal = 390
- TSS Akhir = 30

Perhitungan:

- % Penyisihan TSS = $\frac{TSS\ Awal - TSS\ Akhir}{TSS\ Awal} \times 100$

$$\% \text{ Penyisihan TSS} = \frac{390\ mg/L - 30\ mg/L}{390\ mg/L} \times 100$$

$$\% \text{ Penyisihan TSS} = 92,30\%$$

C.3 Contoh Perhitungan % Penyisihan Warna

Data yang diperoleh:

- Warna Awal = 1103
- Warna Akhir = 100

Perhitungan:

$$\text{- \% Penyisihan Warna} = \frac{\text{Warna Awal} - \text{Warna Akhir}}{\text{Warna Awal}} \times 100$$

$$\text{\% Penyisihan Warna} = \frac{1103 \text{ Pt-Co} - 100 \text{ Pt-Co}}{1103 \text{ Pt-Co}} \times 100$$

$$\text{\% Penyisihan Warna} = 91,01\%$$

C.4 Hasil Perhitungan

Tabel C. 1 Hasil Perhitungan *Total Suspended Solid* (TSS) – *Inlet* (Bak Penampung)

No.	Jarak Antar Plat Elektroda (cm)	Waktu Sampling (menit)	Titik Pengambilan Sampel						
			Inlet (Bak Penampung)						
			Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Berat Padatan (g)	Berat Padatan (mg) (1000 mg/g)	Volume Sampel (mL)	ml/L	TSS (mg/L)
1	1,5	0	0.1511	0.1797	0.0286	28.6	30	1000	953.33
2		60	0.1499	0.1785	0.0286	28.6	30	1000	953.33
3		90	0.1515	0.1802	0.0287	28.7	30	1000	956.67
4		120	0.1481	0.1765	0.0284	28.4	30	1000	946.67
5		150	0.1522	0.1807	0.0285	28.5	30	1000	950
6	3	0	0.1701	0.1985	0.0284	28.4	30	1000	946.67
7		60	0.1672	0.1957	0.0285	28.5	30	1000	950
8		90	0.1425	0.1711	0.0286	28.6	30	1000	953.33
9		120	0.1343	0.1627	0.0284	28.4	30	1000	946.67
10		150	0.166	0.1945	0.0285	28.5	30	1000	950

Sumber: Hasil Analisa Peneliti Menggunakan *Software Microsoft Excel 2021*, 2025

Tabel C. 2 Hasil Perhitungan *Total Suspended Solid* (TSS) – Bak Sedimentasi (Setelah melewati Proses Elektrokoagulasi)

No.	Jarak Antar Plat Elektroda (cm)	Waktu Sampling (menit)	Titik Pengambilan Sampel						
			Bak Sedimentasi (Setelah melewati Proses Elektrokoagulasi)						
			Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Berat Padatan (g)	Berat Padatan (mg) 1000 mg/g	Volume Sampel (mL)	ml/L	TSS (mg/L)
1	1,5	0	0.1425	0.1456	0.0031	3.1	30	1000	103.33
2		60	0.1734	0.1755	0.0021	2.1	30	1000	70
3		90	0.1382	0.1394	0.0012	1.2	30	1000	40
4		120	0.1462	0.1485	0.0023	2.3	30	1000	76.67
5		150	0.1446	0.1481	0.0035	3.5	30	1000	116.67
6	3	0	0.1377	0.1406	0.0029	2.9	30	1000	96.67
7		60	0.1483	0.1503	0.002	2	30	1000	66.67
8		90	0.1438	0.1448	0.001	1	30	1000	33.33
9		120	0.1444	0.1466	0.0022	2.2	30	1000	73.33
10		150	0.172	0.1754	0.0034	3.4	30	1000	113.33

Sumber: Hasil Analisa Peneliti Menggunakan *Software Microsoft Excel 2021*, 2025

Tabel C. 3 Hasil Perhitungan *Total Suspended Solid* (TSS) – *Outlet* (Setelah melewati Proses Fotokatalis)

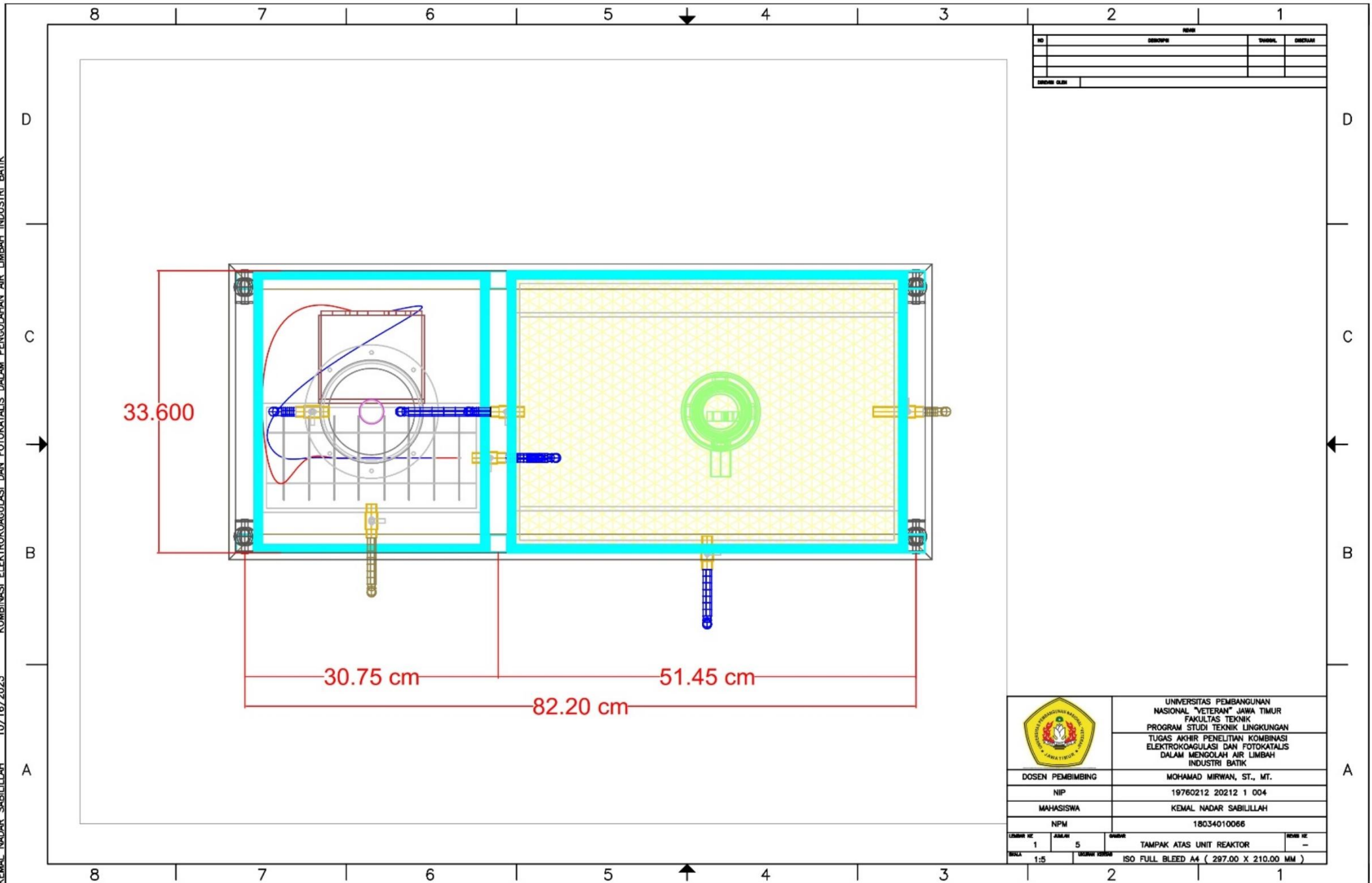
No.	Jarak Antar Plat Elektroda (cm)	Waktu Sampling (menit)	Titik Pengambilan Sampel						
			Outlet (Setelah melewati Proses Fotokatalis)						
			Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Berat Padatan (g)	Berat Padatan (mg) 1000 mg/g	Volume Sampel (mL)	ml/L	TSS (mg/L)
1	1,5	0	0.1418	0.1448	0.003	3	30	1000	100
2		60	0.1361	0.1381	0.002	2	30	1000	66.67
3		90	0.1445	0.1456	0.0011	1.1	30	1000	36.67
4		120	0.1438	0.146	0.0022	2.2	30	1000	73.33
5		150	0.1368	0.1402	0.0034	3.4	30	1000	113.33
6	3	0	0.1677	0.1705	0.0028	2.8	30	1000	93.33
7		60	0.1714	0.1733	0.0019	1.9	30	1000	63.33
8		90	0.1705	0.1714	0.0009	0.9	30	1000	30
9		120	0.1316	0.1337	0.0021	2.1	30	1000	70
10		150	0.1455	0.1488	0.0033	3.3	30	1000	110

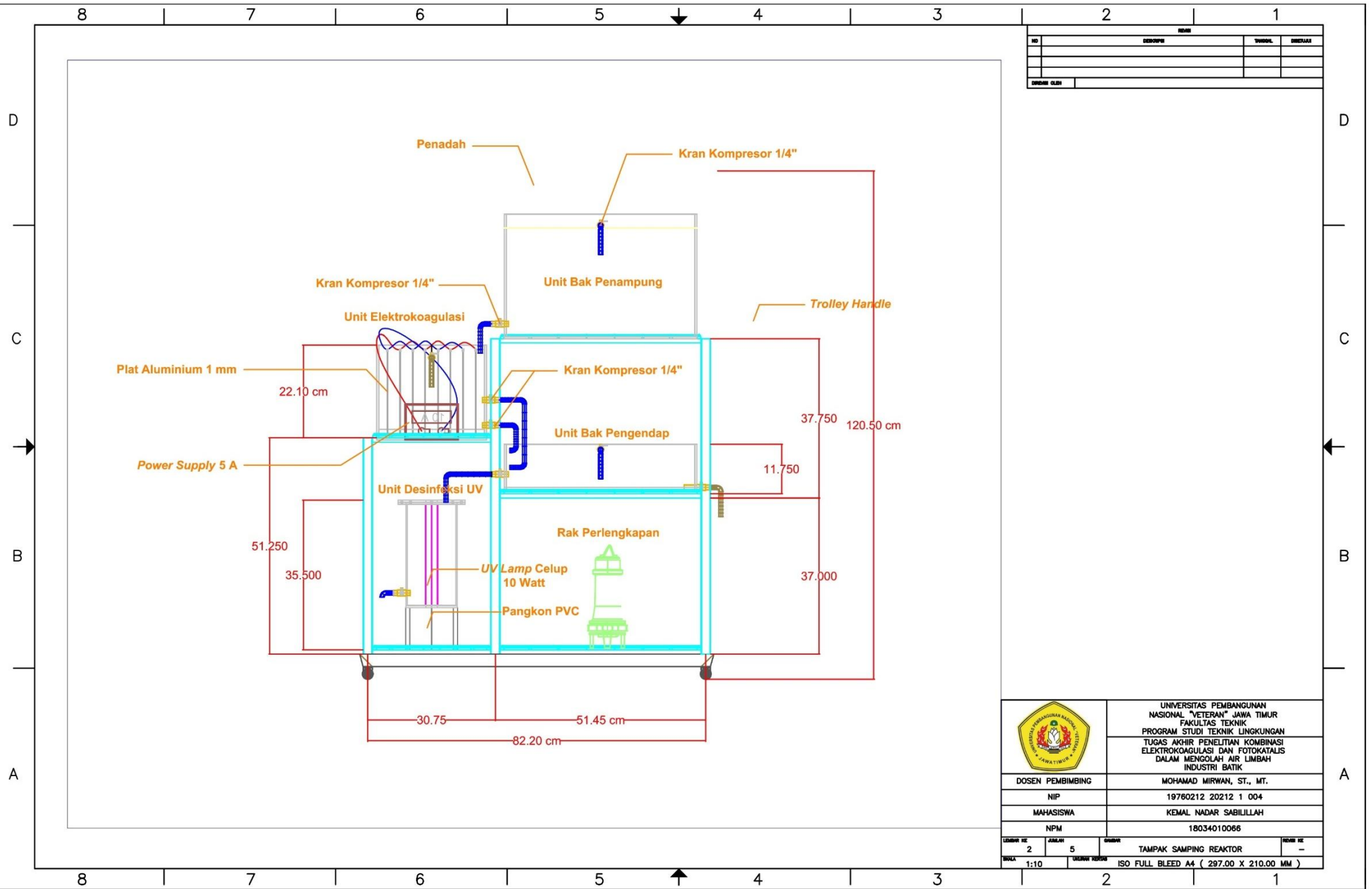
Sumber: Hasil Analisa Peneliti Menggunakan *Software Microsoft Excel 2021*, 2025

Tabel C. 4 Hasil Perhitungan Warna – Bak *Inlet*, Bak Sedimentasi, *Outlet*

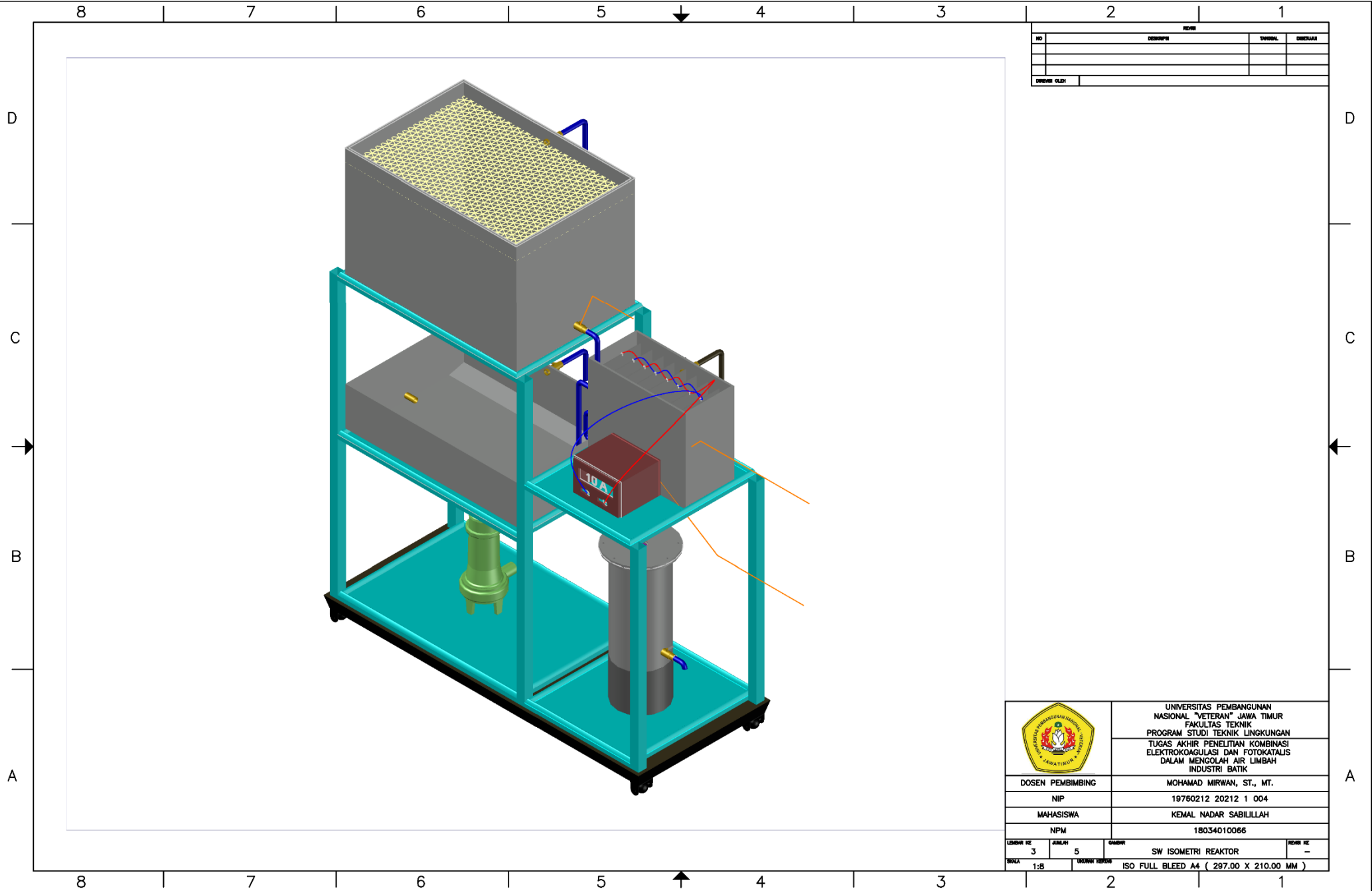
No.	Jarak Antar Plat Elektroda (cm)	Waktu Sampling (menit)	Titik Pengambilan Sampel		
			Bak Inlet (Bak Penampung)	Bak Sedimentasi (Setelah Melewati Proses Elektrokoagulasi)	Outlet (Setelah Melewati Proses Fotokatalis)
			Warna	Warna	Warna
1	1,5	0	1128	261	211
2		60	1132	253	203
3		90	1147	227	153
4		120	1144	205	124
5		150	1139	186	107
6	3	0	1390	290	232
7		60	1417	281	217
8		90	1448	232	153
9		120	1432	165	98
10		150	1477	151	85

Sumber: Hasil Analisa Peneliti Menggunakan *Software Microsoft Excel 2021*, 2025



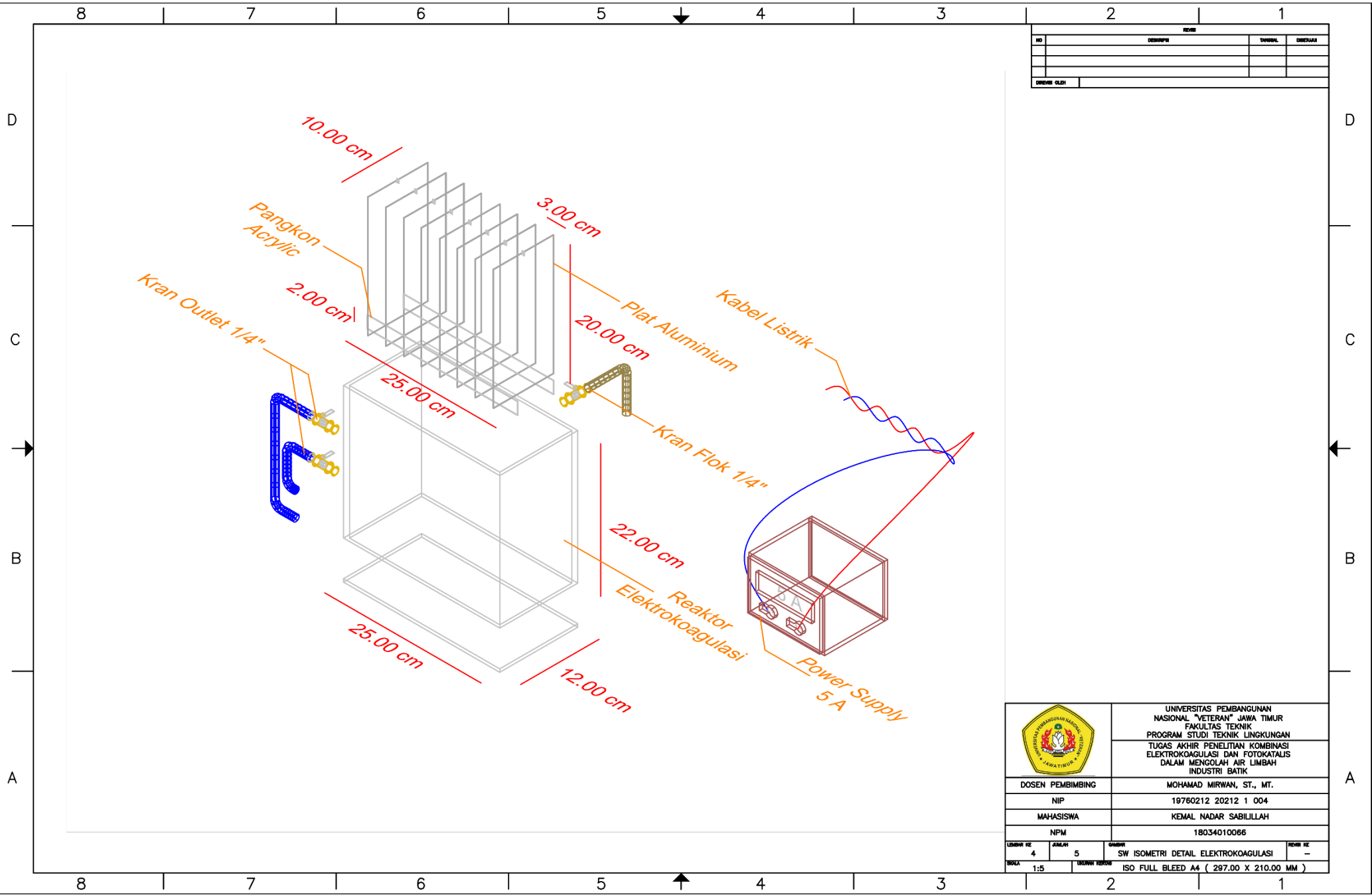


KEMAL NADAR SABILILLAH REV.04/16/2023 KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK

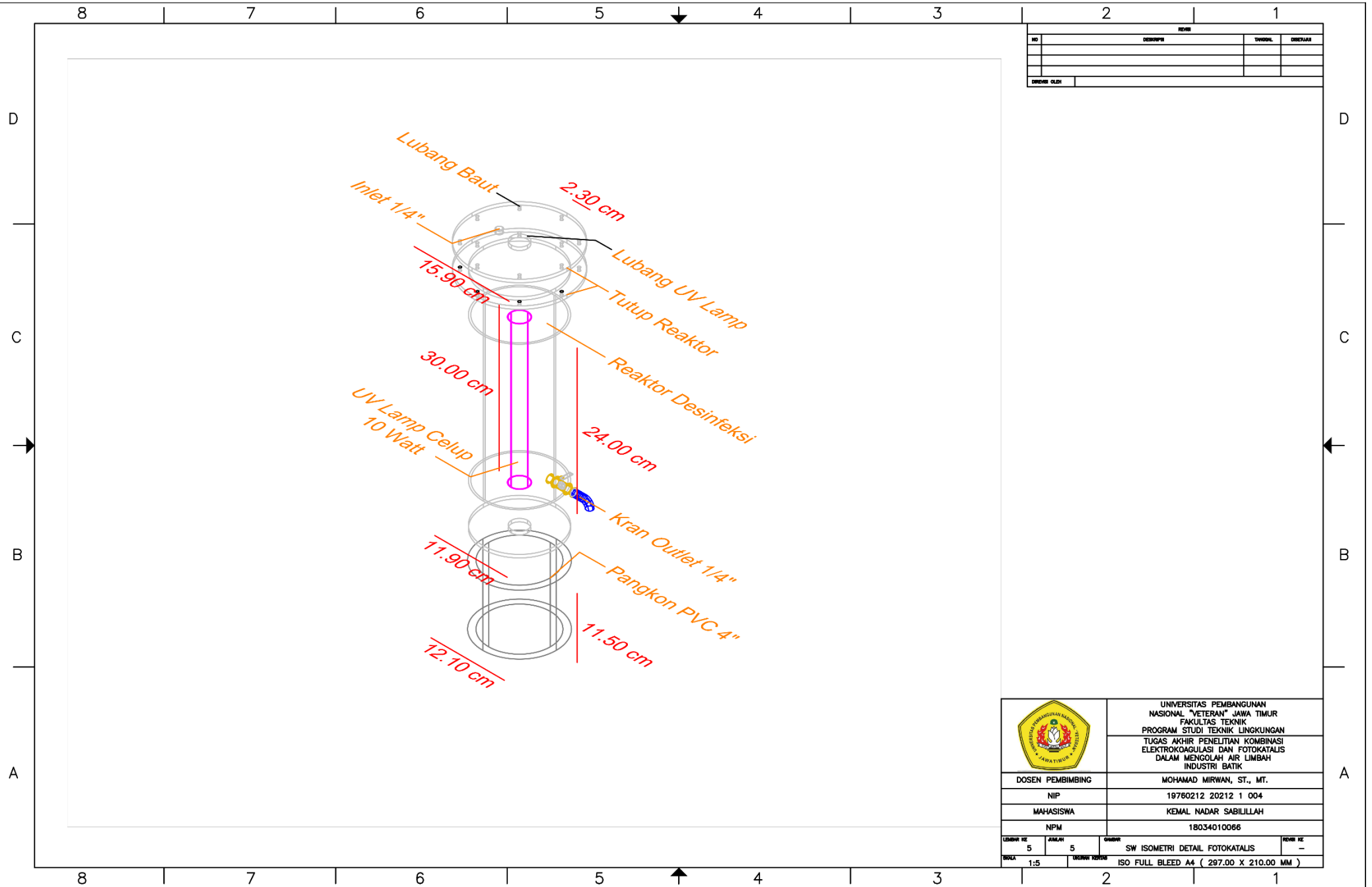


REVISI			
NO	REVISI	REVISI	REVISI
DIREKSI GIGI			

		UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR	
		FAKULTAS TEKNIK	
		PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN	
		TUGAS AKHIR PENELITIAN KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK	
DOSEN PEMBIMBING		MOHAMAD MIRWAN, ST., MT.	
NIP		19760212 20212 1 004	
MAHASISWA		KEMAL NADAR SABILILLAH	
NPM		18034010066	
LEMBAR KE	3	JUMLAH	5
JUDUL		SW ISOMETRI REAKTOR	
SKALA		1:5	
		ISO FULL BLEED A4 (297.00 X 210.00 MM)	



		UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN TUGAS AKHIR PENELITIAN KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH INDUSTRI BATIK	
DOSEN PEMBIMBING		MOHAMAD MIRWAN, ST., MT.	
NIP		19760212 20212 1 004	
MAHASISWA		KEMAL NADAR SABILLILLAH	
NPM		18034010066	
LEMBAR KE 4	JMLAH 5	GAMBAR SW ISOMETRI DETAIL ELEKTROKOAGULASI	REVISI -
SKALA 1:5		ISO FULL BLEED A4 (297.00 X 210.00 MM)	



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN
NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
TUGAS AKHIR PENELITIAN KOMBINASI
ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS
DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH
INDUSTRI BATIK

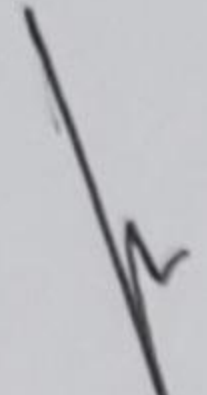
DOSEN PEMBIMBING	MOHAMAD MIRWAN, ST., MT.		
NIP	19760212 20212 1 004		
MAHASISWA	KEMAL NADAR SABILULLAH		
NPM	18034010066		
LEMBAR KE 5	AMARAH 5	DAFTAR 5	REVISI KE -
BOLA 1:5		ISO FULL BLEED A4 (297.00 X 210.00 MM)	

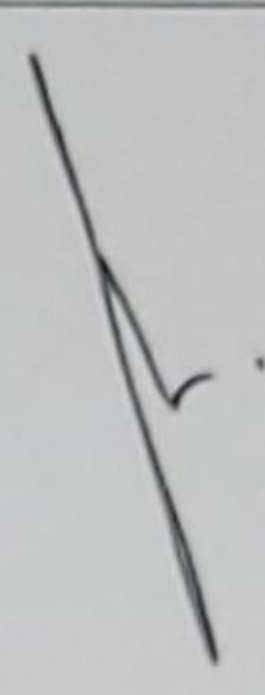
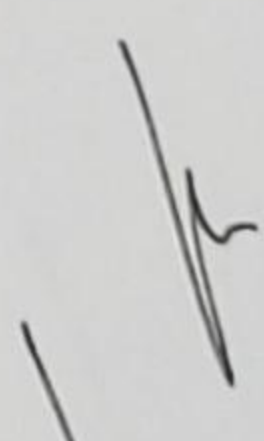
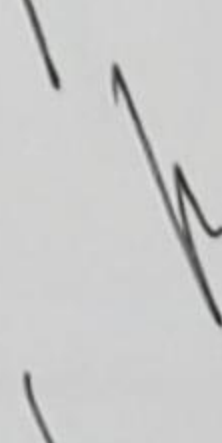
SW ISOMETRI DETAIL FOTOKATALIS



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR

TUGAS : Tugas Akhir
NAMA : Kemal Nadar Sabilillah
NPM : 18034010066
PEMBIMBING : Mohamad Mirwan, ST., MT.

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD PEMBIMBING
1.	4 Juli 2023	Penyampaian Ide Penelitian terkait Pengolahan Air limbah Industri Batik	
2.	11 Juli 2023	Pelampiran Jurnal Indonesia dan Internasional terkait Pengolahan Air limbah Industri Batik	
3.	7 Agustus 2023	Lampiran Progress Pengerjaan Bab 1 terkait Latar Belakang	
4.	11 Agustus	Penyampaian teknologi Pengolahan Air limbah Industri Batik Menggunakan Elektrokoagulasi dan Fotokatalis	
5.	18 Agustus 2023	- Menggunakan Baku mutu Industri tekstil - Penentuan Rumusan masalah Penelitian terkait Pengolahan Air limbah Industri Batik	

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD PEMBIMBING
6.	25 Agustus 2023	- Bab 3 Metode Penelitian - Revisi Kerangka Penelitian - Penentuan Variabel Penelitian	
7.	1 September 2023	- Bab 2 Menggunakan Penelitian ter-update - Aplikasi Ti-O ₂ menggunakan metode pengaplikasian semprot, Jurnal harus terlampir	
8.	27 September 2023	- Penyampaian design Reaktor yang akan digunakan lengkap dengan dimensi	
9.	30 Desember 2024	- Pemaparan Ulang untuk persiapan sempro ulang	
10.	1 Januari 2025	- Diskusi terkait Revisi Sempro Ulang	
11.	6 Januari 2025	- Pembahasan Aliran continue dan debit air limbah	
12.	31 Januari 2025	- Mendapat ACC dosen penguji dan meminta surat izin penelitian	
13.	7 Februari 2025	- Menginformasikan bahwa peneliti dapat memasuki lab. riset & lab. air	
14.	17 Maret 2025	- Pembahasan Hasil Running untuk isi Bab 4 & Bab 5	
15.	9 April 2025	- Diskusi terkait Bab 4 & Bab 5, Grafik, lampiran.	
16.	16 April 2025	- Permohonan Izin Seminar hasil	

[illegible]

Pembimbing

M. Kikran.



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR PROPOSAL

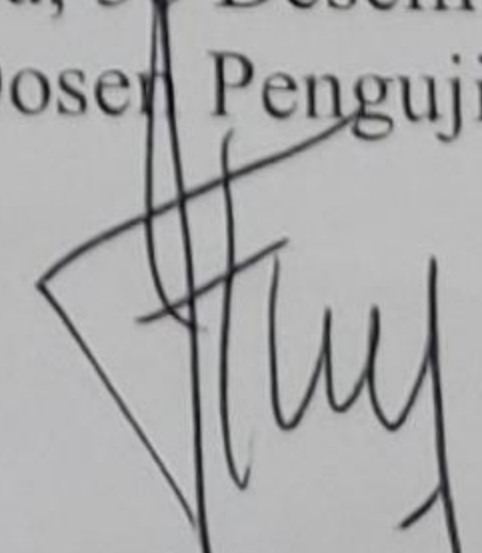
LRSP

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH
N. P. M. : 18034010066
EMAIL : kemal.sabil@gmail.com
NO HP : 081246521526
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	perincian tegangan atau kuat arus ?	12 volt
2.	pastikan / cantumkan tel di pros. elektro & fotokanalis	✓
3.	Cek Q & disalurkan	0,22 μ / menit 220 me / menit ✓

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama 30 hari
(maksimal 30 hari)

Surabaya, 30 Desember 2024
Dosen Penguji 1

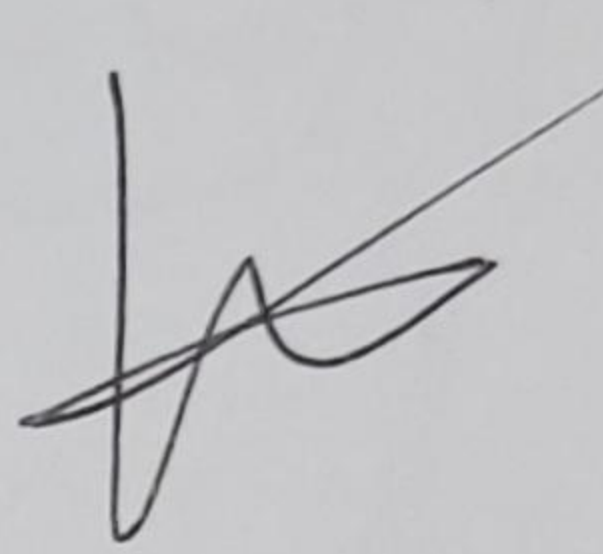
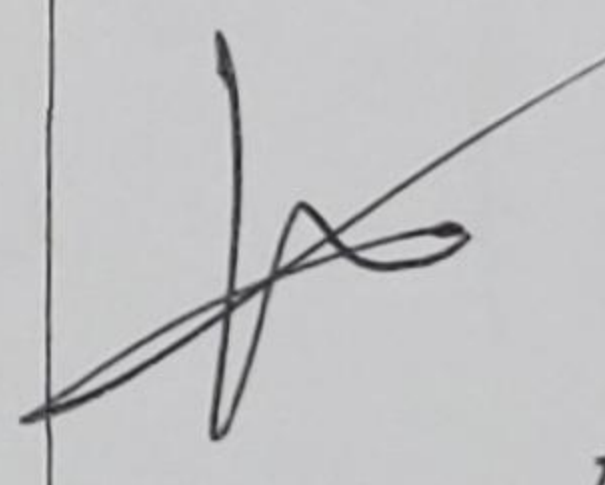
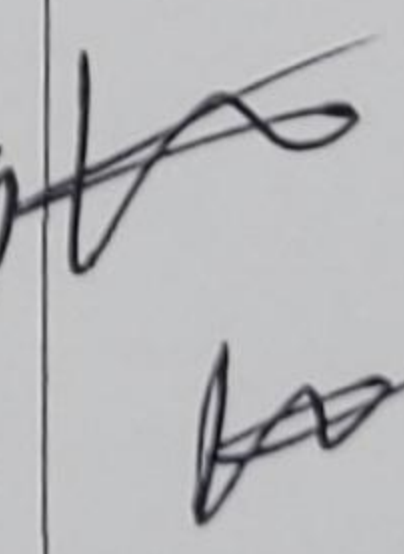
()
Firra Rosariawari, S.T., M. T.



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar – Surabaya telp. 031-8706369

**LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR PROPOSAL**

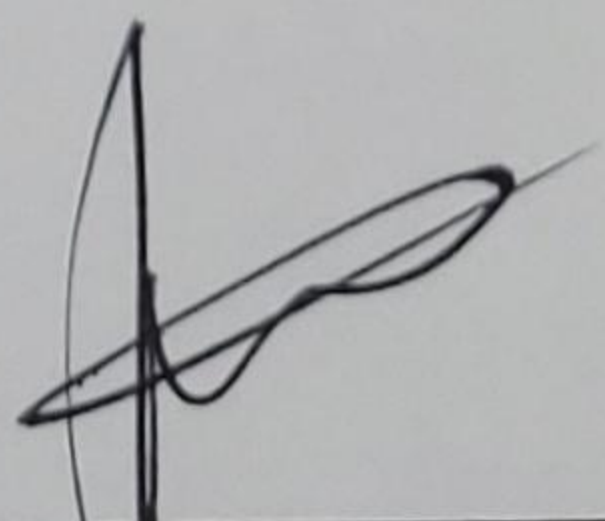
NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH
N. P. M. : 18034010066
EMAIL : kemal.sabil@gmail.com
NO HP : 081246521526
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	digengelas later belakang terkait dengan teknologi dibandingkan dengan parameter yang direduksi	
2.	titik sampling digengelas dan dilubuhkan di inlet dan outlet setiap sampling	
3.	Pastikan debit dengan volume reaktor sebanding Agar tidak tercapai	
4.	Matrik diper detail + nama dan reaktor	
5.	sesuai Laporan	

ACC 30-1-2029

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama _____ hari
(maksimal 30 hari)

Surabaya, 30 Desember 2024
Dosen Penguji 2


(_____)
Raden Kokoh Haryo P., S. T., M. T.



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR

FORMULIR PELAKSANAAN PENELITIAN (FPP 01)

Nama : Kemal Nadar Sabilillah
NPM : 18034010066
Judul Skripsi : Analisa Kombinasi Elektrokoagulasi dan Fotokatalis
Dalam Menurunkan Parameter TSS dan Warna Pada Air
Limbah Batik

Tanggal Mulai

Penelitian* : 7 Februari 2025

Lokasi Penelitian** : Laboratorium Riset Teknik Lingkungan UPN "Veteran"
Jawa Timur dan Laboratorium Air Teknik Teknik
Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur

Nama diatas telah mendapat persetujuan proposal untuk melanjutkan ke tahap penelitian.

Surabaya, 31 Januari 2025

Menyetujui,

Koor. Prodi
Teknik Lingkungan

Pembimbing

Penguji 1

Penguji 2

Firra Rosariawari, ST, MT
NIP. 19750409 202121 2 004

Mohamad Marwan, ST., MT.
NIP. 19760212 202121 1 004

Firra Rosariawari, ST, MT.
NIP. 19750409 202121 2 004

Raden Kokoh Haryo P., ST., MT.
NIP. 19900905 201903 1 026

* Tanggal pelaksanaan penelitian dihitung semenjak mendapat persetujuan revisi proposal dari penguji

**Lokasi Penelitian merupakan lokasi pelaksanaan penelitian seperti lab riset, lab mikro ataupun lokasi lain yang digunakan penelitian



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR HASIL

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH

N. P. M. : 18034010066

EMAIL : kemal.sabil@gmail.com

NO HP : 081246521526

PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Mekanisme fiksasi air, degradasi warna.	
2.	Cer grafik fiksasi. asist minggu depan selesai.	

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama 7 hari
(maksimal 30 hari)

A: Q.

Surabaya, 28 April 2025
Dosen Penguji I

(Firra Rosariawari, S.T., M. T.)

LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN SEMINAR HASIL

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH

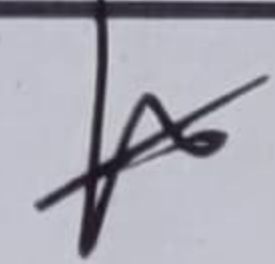
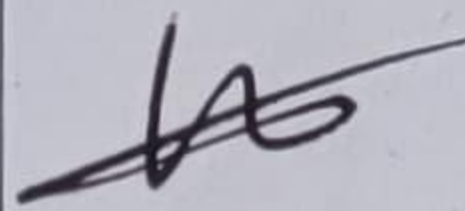
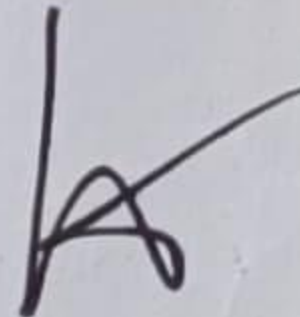
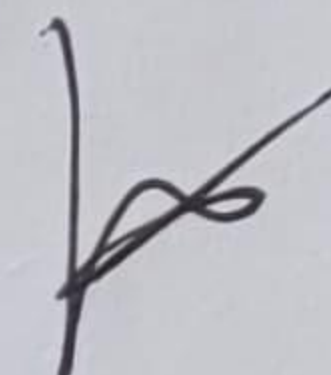
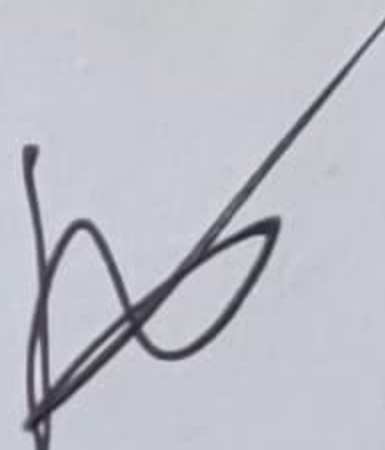
N. P. M. : 18034010066

EMAIL : kemal.sabil@gmail.com

NO HP : 081246521526

PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

Acc 16-5-2025

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Sesuai Laporan!	
2.	Id sangat berpotensi tengah sesuai desain, coba dimasukan saran!	
3.	Jelaskan ^{apa yang menyebabkan} alasan kenapa hasil ^{sesuai} dari grafik sesu yang ada di laporan!	
4.	kenapa waktu sampling Sangat mempengaruhi removal!	
5.	di per detail pembahasan yg logis sesuai referensi terkait hasil yg di dapat!	

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama 14 hari
(maksimal 30 hari)

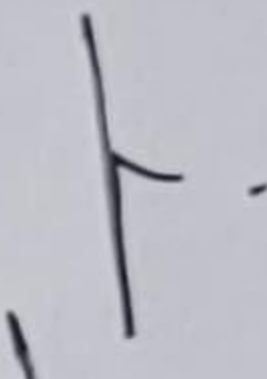
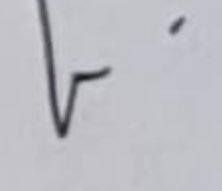
Surabaya, 28 April 2025
Dosen Penguji 2

Raden Kokoh Haryo P., S. T., M. T.



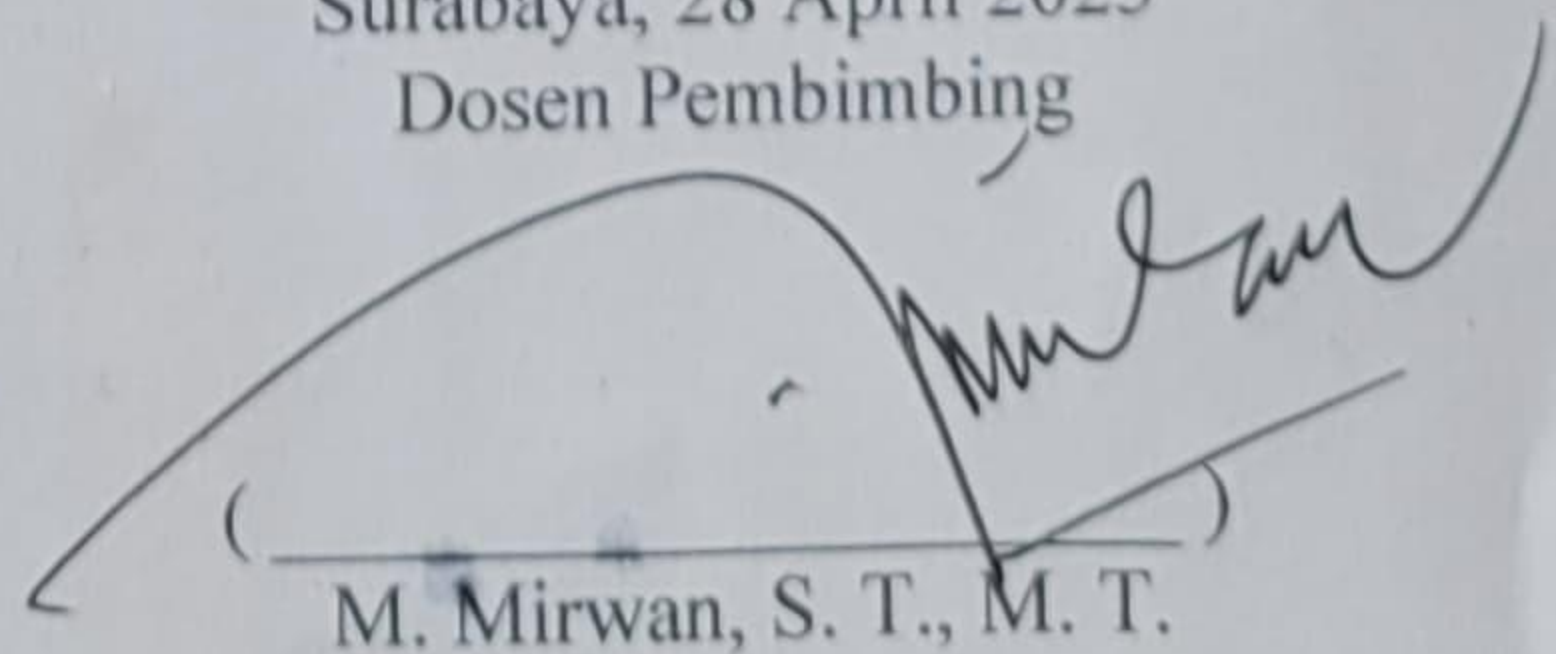
LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
SEMINAR HASIL

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH
N. P. M. : 18034010066
EMAIL : kemal.sabil@gmail.com
NO HP : 081246521526
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Perluas referensi pembahasan graph, di bedakan tiap proses.	
2.	Penyuri dan penggunaan proses untuk uji lab.	
3.	Konfirmasi hasil data pengji.	

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama _____ hari
(maksimal 30 hari)

Surabaya, 28 April 2025
Dosen Pembimbing


(
M. Mirwan, S. T., M. T.



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

FORMULIR LULUS SEMINAR HASIL (FLSH 01)

Nama : Kemal Nadar Sabilillah

NPM : 18034010066

Jurusan : Teknik Lingkungan

Hari, Tanggal Seminar Hasil : Selasa, 29 April 2025

Judul Skripsi : Analisa Kombinasi Elektrokoagulasi dan Fotokatalis dalam Menurunkan Parameter TSS dan Warna pada Air Limbah Batik

Nama diatas telah menyelesaikan Seminar Hasil beserta revisi dari penguji dan mendapat persetujuan untuk melanjutkan ke tahap Ujian Lisan.

Surabaya, 14 Mei 2025

Menyetujui,

**Koor. Prodi
Teknik Lingkungan**

Pembimbing

Penguji 1

Penguji 2

Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIPPK. 19750409 202121 2 004

Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIPPK. 19760212 202121 1 004

Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIPPK. 19750409 202121 2 004

Raden Kokoh Haryo P., ST, MT
NIP. 19900905 201903 1 026



LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
UJIAN LISAN

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH
N . P . M : 18034010066
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN
EMAIL : kemal.sabil@gmail.com

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Mengapa pada proses elektro koagulasi tdk dpt mendeoksoni warna ?	f.
2.	proses apa yg terjadi pd elektro koagulasi / Mekanisme pd. proses elektro koagulasi ?	f.
3.	katalis apa yg digunakan pd proses fotokatalisis ?	f.
4.	Apa proses yg terjadi pd fotokatalisis ?	f.
5.	Mengapa jarak plat berpengaruh terhadap efisiensi Removal ?	f.
6.	Mengapa menggunakan plat Al.	f.
7.	Apa alasan limbah buih sleg. Sample v/ penelitian ini ?	f.

21 Mei 2025

$$i = \frac{V}{R} = \frac{i \cdot R \cdot t}{R \cdot t} = \frac{V}{R \cdot t}$$

SURABAYA, 30 MEI 2025

DOSEN PENGUJI 1

(Firra Rosariawari, S.T., M. T)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

LRUL 01

LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
UJIAN LISAN

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH
N . P . M : 18034010066
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN
EMAIL : kemal.sabil@gmail.com

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1	Sesuai Capaian!	
2.	Kesiapanan Pengaruh berdasarkan Statistika!	
3.	Tambahkan penjelasan terkait Peranan warna di elektrokardiografi!	
4.	Tambahkan penjelasan terkait Peranan warna di fotokardiografi! realsi himayah!	
ACC 1 - 6		-2025

SURABAYA, 30 MEI 2025

DOSEN PENGUJI 2

(Raden Kokoh Haryo P., S. T., M. T.)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK & SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

LRUL 01

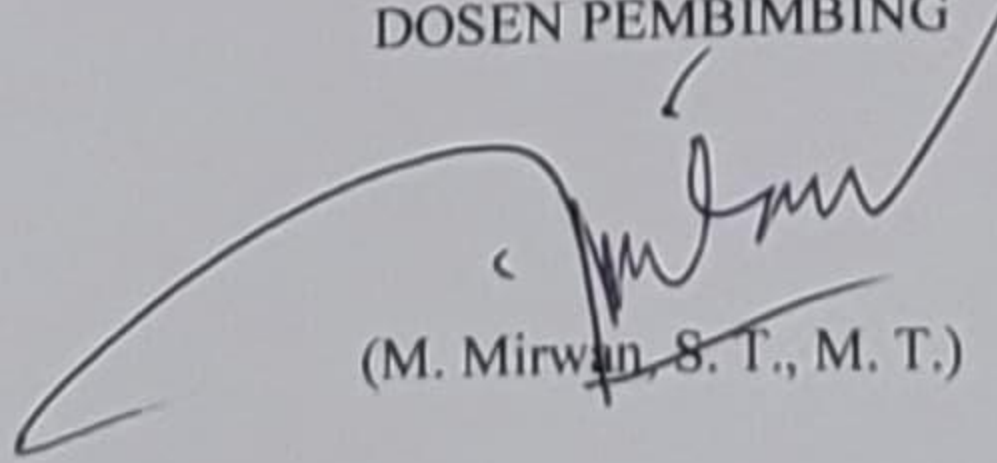
LEMBAR REVISI MASUKAN/ SARAN
UJIAN LISAN

NAMA MAHASISWA : KEMAL NADAR SABILILLAH
N . P . M : 18034010066
PROGDI : TEKNIK LINGKUNGAN
EMAIL : kemal.sabil@gmail.com

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	menyusun kembali urutan / penyusunan di bagian	

SURABAYA, 30 MEI 2025

DOSEN PEMBIMBING


(M. Mirwan, S. T., M. T.)

**LEMBAR PERSETUJUAN
LULUS REVISI UJIAN LISAN
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

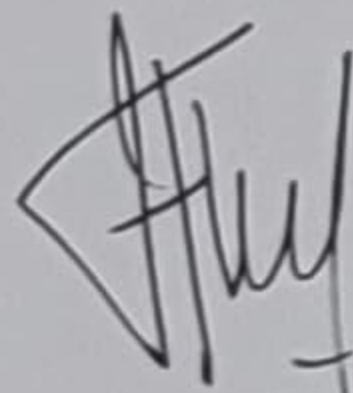
Nama : Kemal Nadar Sabilillah

NPM : 18034010066

Judul Skripsi : Analisa Kombinasi Elektrokoagulasi dan Fotokatalis dalam Menurunkan Parameter TSS dan Warna pada Air Limbah Batik

Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Pada Tanggal: Senin, 26 Mei 2025

Penguji I



Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIPPK. 19750409 202121 2 004

Penguji II



Raden Kokoh Haryo P., ST, MT
NIP. 19900905 201903 1 026

**Mengetahui,
Koordinator Progam Studi
Teknik Lingkungan**



Firra Rosariawari, S.T., M.T.
NIPPK. 19750409 202121 2 004



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa dibawah ini:

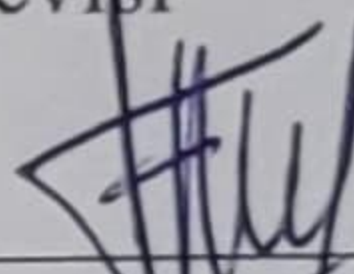
Nama : Kemal Nadar Sabilillah
NPM : 18034010066
Program Studi : Teknik Lingkungan

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~*) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ / SKRIPSI / TUGAS
~~AKHIR~~ Ujian Lisan Periode IV Semester Genap, TA. 2024/2025

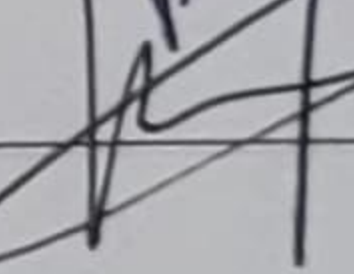
Dengan judul : ANALISA KOMBINASI ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS
DALAM MENURUNKAN PARAMETER TSS DAN WARNA PADA AIR LIMBAH BATIK

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi

1 : Firra Rosariawari S.T., M.T.

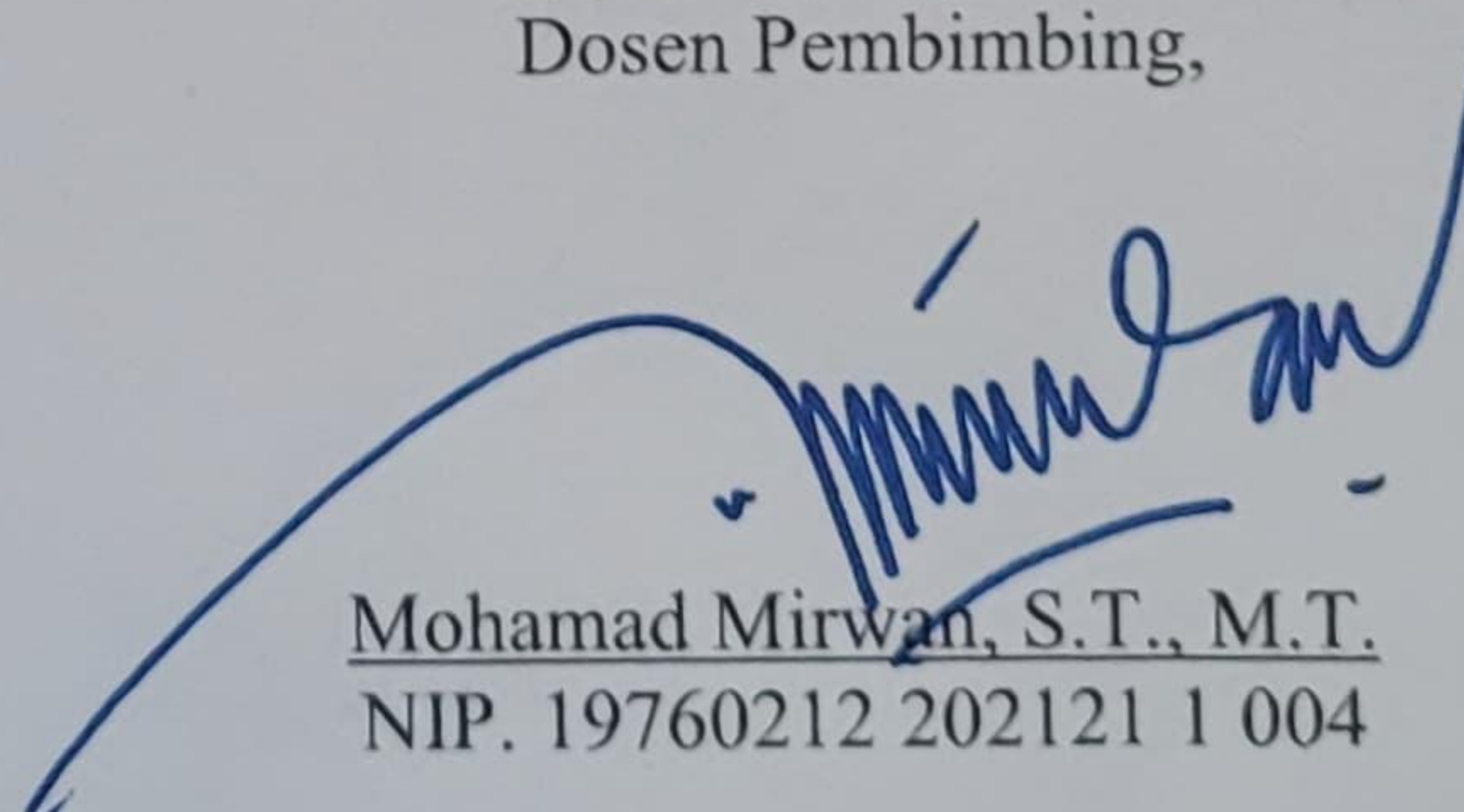
()

2 : Raden Kokoh Haryo P., S.T, M.T.

()

Surabaya, 13 Desember 2024

Menyetujui,
Dosen Pembimbing,


Mohamad Mirwan, S.T., M.T.
NIP. 19760212 202121 1 004