Peningkatan Efektifitas Proses Koagulasi-Flokulasi dengan Menggunakan Aluminium Sulfat dan *PolyDADMAC*

Oleh :

Bernaded Oka Anggarani

3311100056

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

Dosen Co-Pembimbing :
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

PENDAHULUAN

- Pada IPAM Ngagel III bahan kimia yang dibubuhkan pada proses koagulasi adalah aluminium sulfat dan untuk proses flokulasi ditambahkan *polyacrylamide*.
- Aluminium sulfat merupakan bahan kimia yang mudah didapat dan harga murah, sedangkan *polyacrylamide* mudah didapat namun harga mahal, yaitu Rp. 18.000 per kg, sehingga dapat meningkatkan biaya produksi.

PENDAHULUAN

- Maka, *polyacrylamide* diganti dengan *polyDADMAC* dengan harga Rp. 12.000 per kg.
- Untuk itu, penggantian *polyacrylamide* dengan *polyDADMAC* diharapkan dapat meningkatkan efektifitas di dalam proses pembubuhan bahan kimia pada bangunan koagulasi dan flokulasi. Selain itu, dari segi ekonomi dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan, sehingga menghemat biaya.

RUMUSAN MASALAH

- Berapa dosis optimum aluminium sulfat dan *superfloc* untuk masing-masing kekeruhan?
- Berapa gradien kecepatan (G) dan lama pengadukan (td) yang optimum untuk masing-masing kekeruhan?
- Berapa biaya bahan kimia (alum dan *polyDADMAC*) dan energi yang dikeluarkan dalam skala laboratorium selama satu bulan?

TUJUAN PENELITIAN

- Mengidentifikasi dosis optimum aluminium sulfat dan *superfloc* untuk masing-masing kekeruhan
- Menganalisis gradien kecepatan (G) dan lama pengadukan (td) yang optimum untuk masing-masing kekeruhan
- Menghitung biaya yang dikeluarkan untuk bahan kimia (alum dan *polyDADMAC*) dan energi dalam skala laboratorium selama satu bulan

MANFAAT PENELITIAN

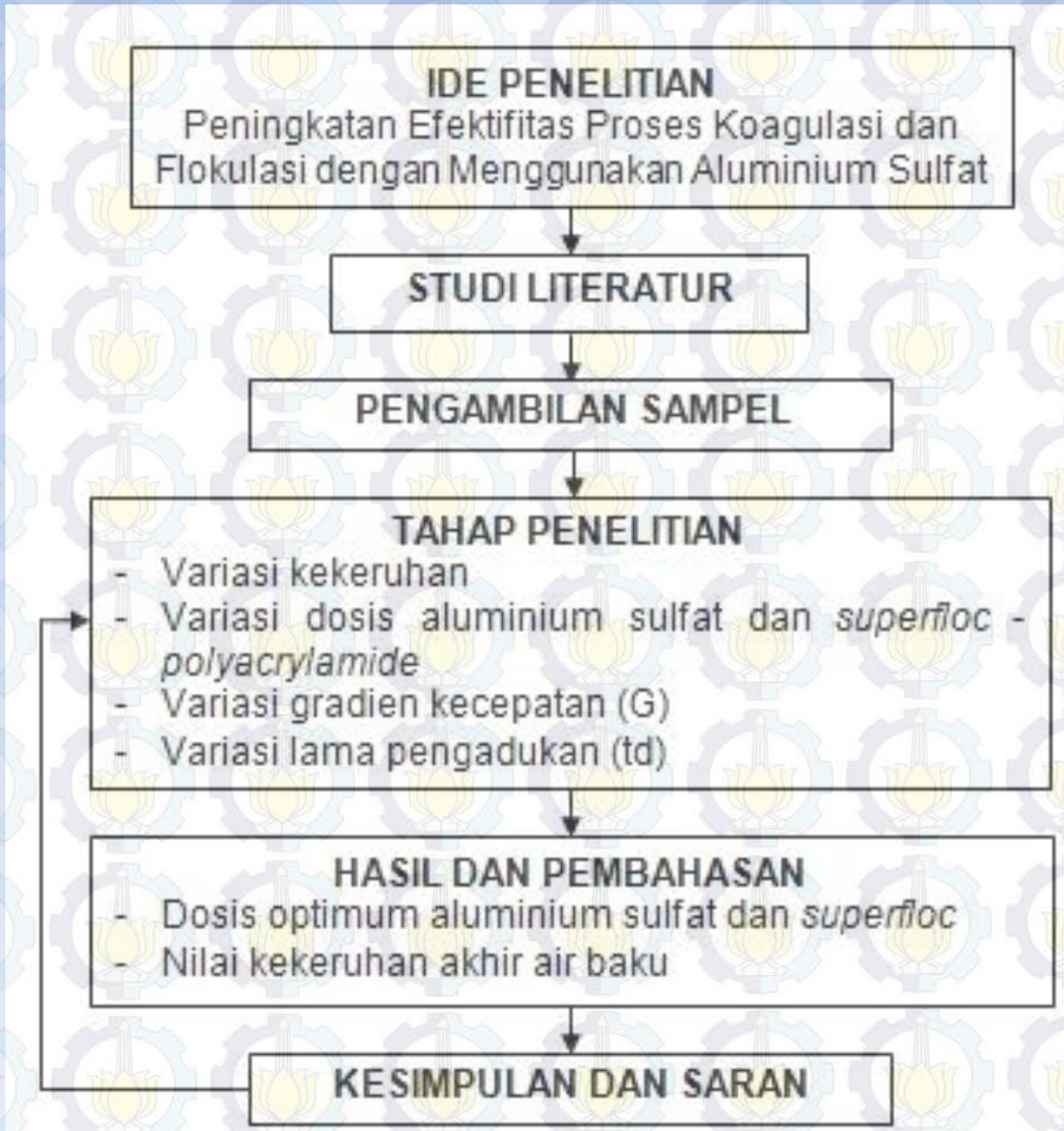
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan solusi kepada pihak terkait, seperti PDAM Ngagel mengenai dosis optimum dari aluminium sulfat dan *polyDADMAC* untuk masing-masing kekeruhan yang berdasarkan atas pertimbangan biaya yang dikeluarkan. Selain itu, menganalisis gradien kecepatan (G) dan lama pengadukan (td) dengan metode *jar test* dengan melihat kekeruhan akhir yang terendah.

RUANG LINGKUP

- Lokasi penelitian berada di Laboratorium Pemulihan Air Teknik Lingkungan, ITS.
- Pengambilan sampel air baku berada di sungai Jagir.
- Kekeruhan buatan menggunakan lumpur yang berasal dari intake PDAM Ngagel.
- Parameter yang diuji adalah dosis aluminium sulfat dan *polyDADMAC* dan sebagai kontrol adalah *polyacrylamide*, serta gradien kecepatan (G) dan lama pengadukan (td) pada proses koagulasi dan flokulasi dengan metode *jar test*.
- Standar kualitas air minum yang digunakan mengacu pada PERMENKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.

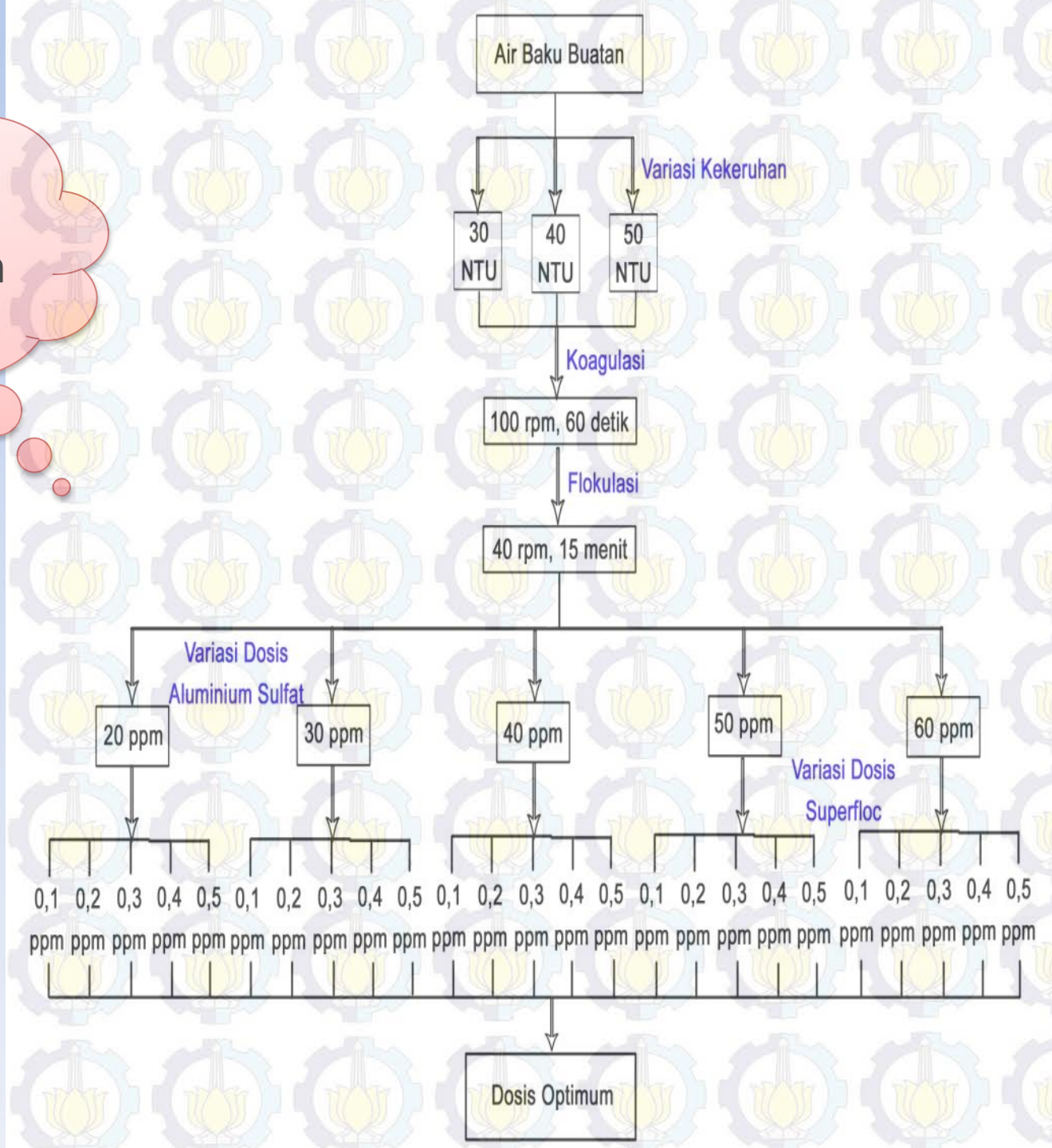
METODE PENELITIAN

Kerangka Penelitian



Penelitian Pendahuluan

METODE PENELITIAN



Penelitian Pendahuluan

a. Pembuatan Larutan Alum

- alum = 10 gr
- aquades = 1000 mL

10 gram/liter = 10.000 ppm

= 10.000 mg/L

Untuk konsentrasi 30 mg/L

$V_1 . M_1 = V_2 . M_2$

$V_1 . 10.000 = 1000 . 30$

$V_1 = 30.000 / 10.000$

$V_1 = 3$ mL

Jadi, konsentrasi 30 mg/L = 3 mL

Penelitian Pendahuluan

b. Pembuatan Larutan *PolyDADMAC* dan *Polyacrylamide*

- *polyDADMAC* dan *polyacrylamide* = 1 gr
- aquades = 1000 mL

1 gram/liter = 1000 ppm

= 1000 mg/L

Untuk konsentrasi 0,1 mg/L

$V_1 . M_1 = V_2 . M_2$

$V_1 . 1000 = 1000 . 0,1$

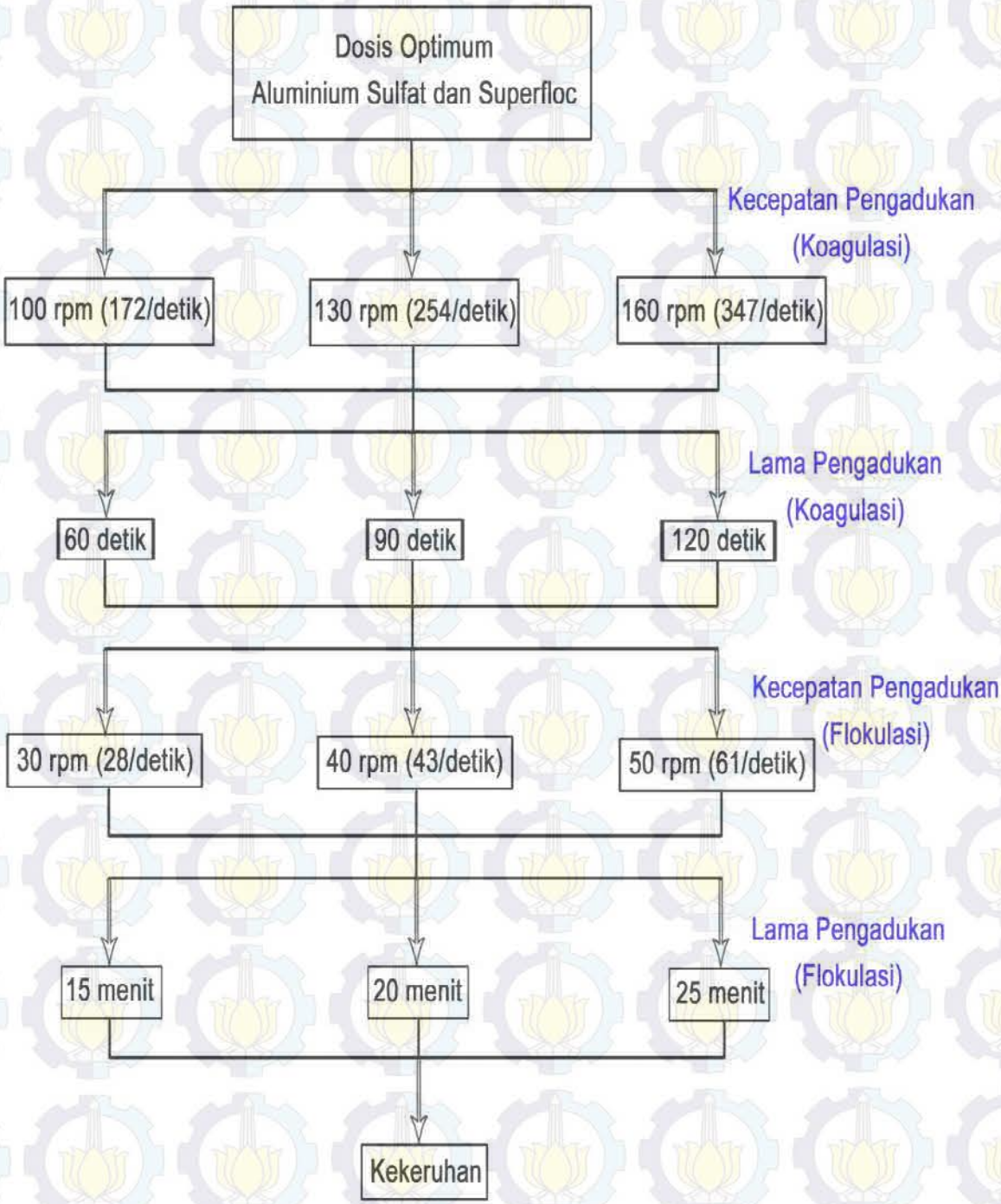
$V_1 = 100 / 1000$

$V_1 = 0,1$ mL

Jadi, konsentrasi 0,1 mg/L = 0,1 mL

Penelitian Utama

METODE PENELITIAN



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

- Pemilihan Kekeruhan
- Pembuatan Air Baku Buatan
- Penentuan Dosis Optimum Alum dan *PolyDADMAC*
- Penentuan Nilai G dan td

Pemilihan Kekeruhan

Tanggal	NTU	pH
2 Juni 2014	57,3	7,77
3 Juni 2014	48,0	7,78
4 Juni 2014	42,6	7,80
5 Juni 2014	45,7	7,77
6 Juni 2014	43,2	7,75
9 Juni 2014	47,9	7,73
10 Juni 2014	30,5	7,74
11 Juni 2014	30,3	7,77
12 Juni 2014	65,7	7,81
13 Juni 2014	30,1	7,78
16 Juni 2014	30,1	7,78

Tanggal	NTU	pH
17 Juni 2014	20,3	7,76
18 Juni 2014	95,3	7,71
19 Juni 2014	81,5	7,71
20 Juni 2014	30,5	7,71
23 Juni 2014	25,1	7,59
24 Juni 2014	21,2	7,83
25 Juni 2014	36,3	7,88
26 Juni 2014	28,4	7,90
27 Juni 2014	17,6	7,84
30 Juni 2014	40,4	7,81

Sumber : Lab. IPAM Ngagel III

Pembuatan Air Baku Buatan

- Air baku diambil di sungai Jagir
- Lumpur yang digunakan diambil dari intake PDAM Ngagel
- Air baku dan lumpur diaduk lalu diendapkan ± 30 menit
- Kekeruhan yang digunakan : 30,4 NTU, 40,5 NTU, 50,2 NTU

Penentuan Dosis Optimum Alum dan *PolyDADMAC*

Menuang air baku ke dalam beaker 1000 ml

Membubuhkan alum dengan dosis 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, 60 ppm

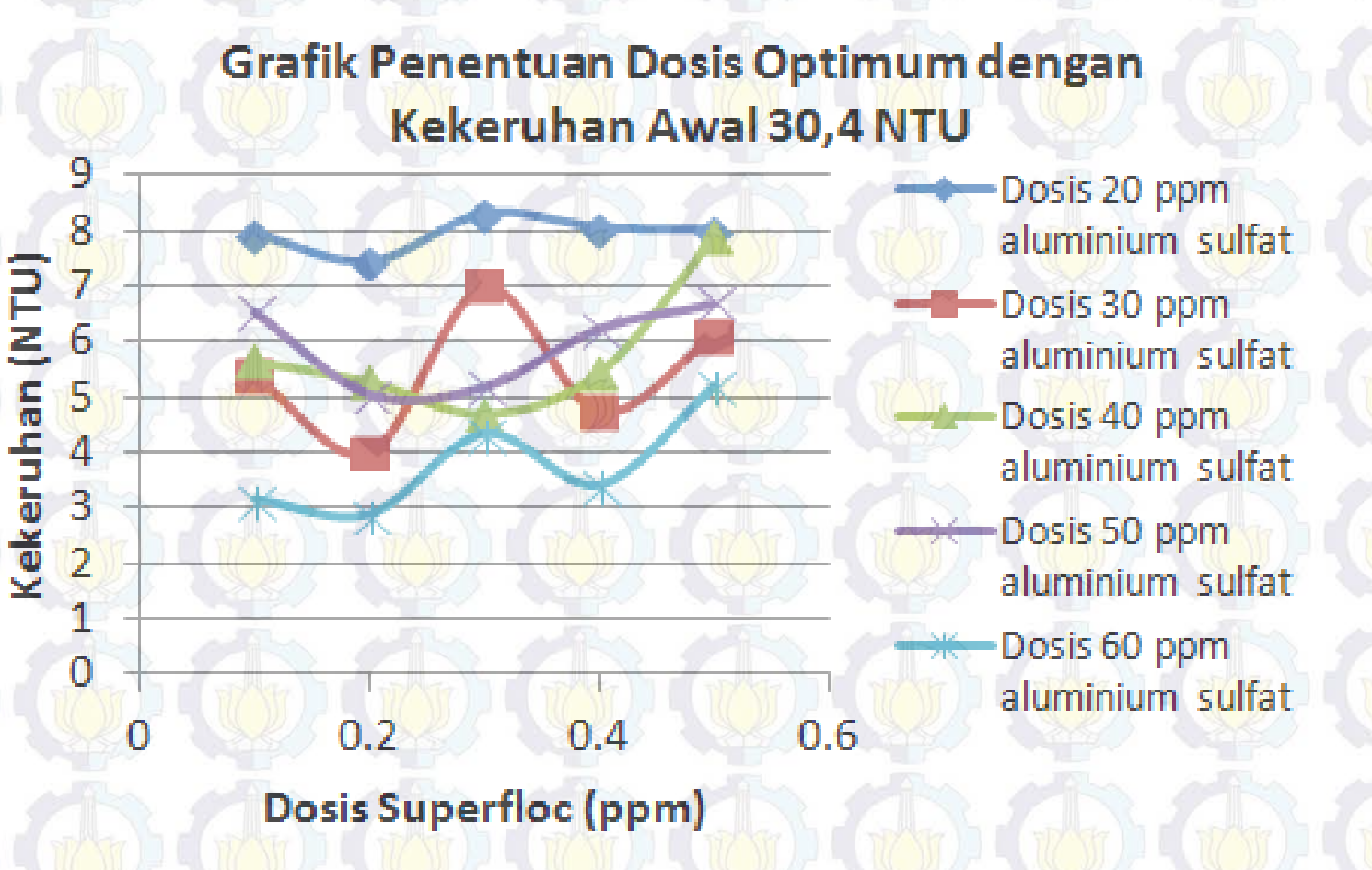
Membubuhkan *polyDADMAC* dengan dosis 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,3 ppm, 0,4 ppm, 0,5 ppm

Koagulasi dengan kecepatan 100 rpm dan lama pengadukan 1 menit

Flokulasi dengan kecepatan 40 rpm dan lama pengadukan 15 menit

Dosis Optimum untuk masing-masing kekeruhan

Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 30,4 NTU



Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 30,4 NTU

Terjadi kenaikan kekeruhan signifikan pada 30 ppm alum dan 0,3 ppm *polyDADMAC* karena:

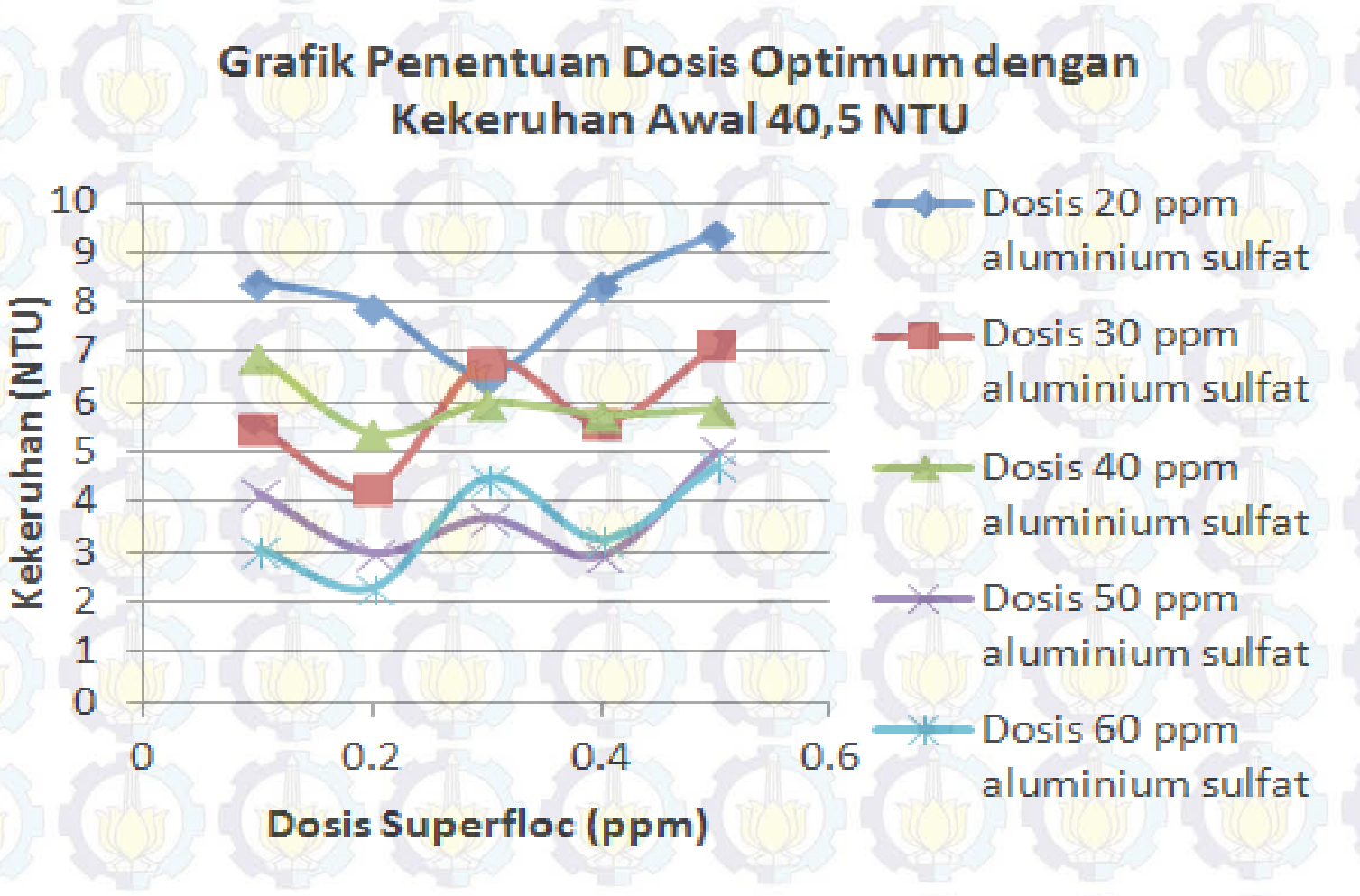
1. Terjadi gerak Brown
2. Tolak menolak antar partikel lebih besar dibanding gaya gravitasi

Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Dosis optimum yang digunakan adalah 30 ppm alum dan 0,2 ppm polyDADMAC karena:

1. Alum berlebih → pH asam
2. $Al(OH)_3$ → tidak dapat larut, melewati proses filtrasi, mengendap di reservoir
3. Logam bersifat toksik dan korosif
4. Menyebabkan penyakit Alzheimer
5. Biaya lebih hemat

Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 40,5 NTU



Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 40,5 NTU

Terjadi penurunan kekeruhan signifikan pada 20 ppm alum dan 0,3 ppm *polyDADMAC* karena:

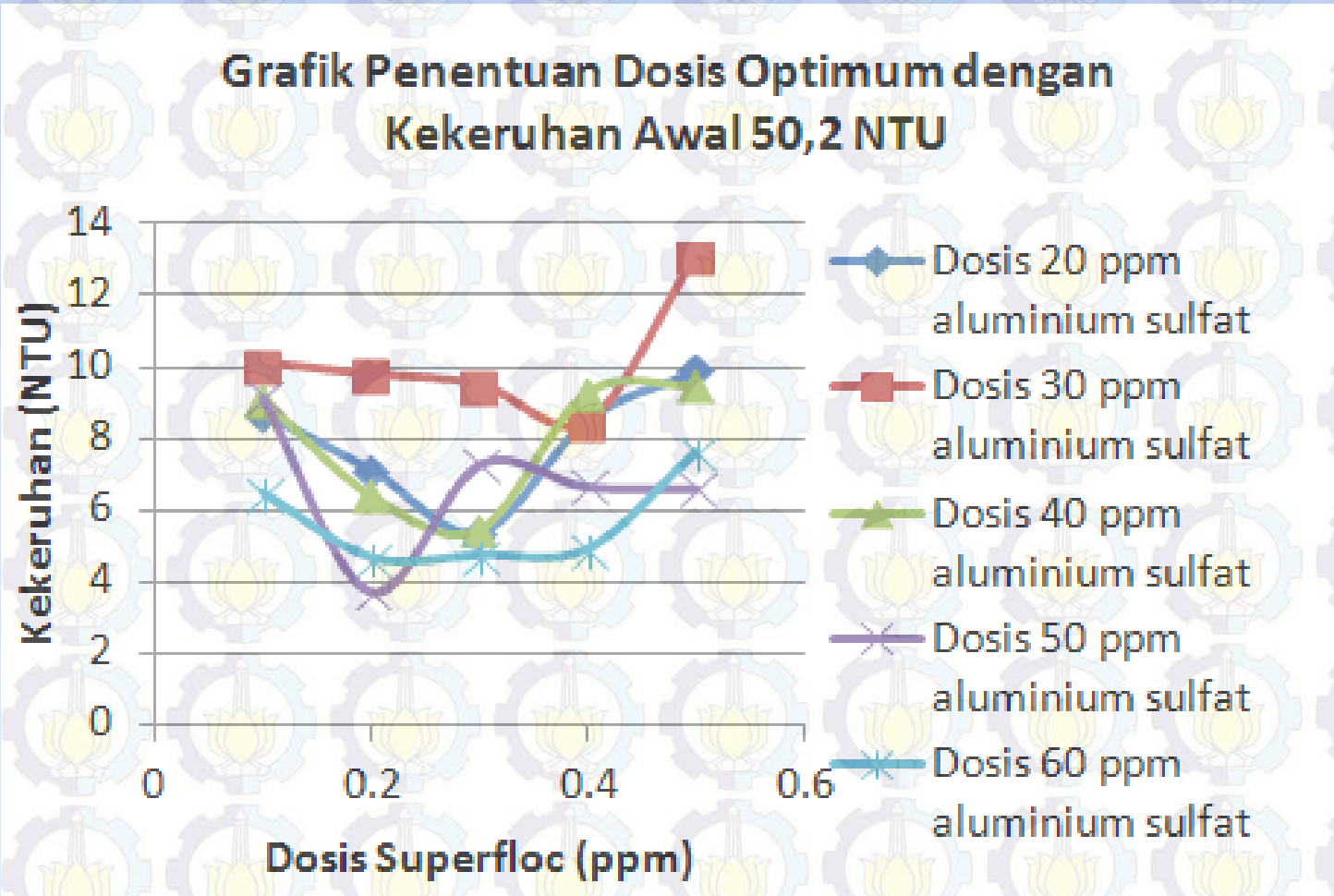
1. Gaya tarik menarik antar partikel koloid besar
2. Ukuran partikel koloid yang terbentuk besar → gerak Brown yang terjadi kecil

Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 40,5 NTU

- Dosis optimum yang digunakan adalah 30 ppm alum dan 0,2 ppm *polyDADMAC* karena:

1. Alum berlebih → pH asam
2. $Al(OH)_3$ → tidak dapat larut, melewati proses filtrasi, mengendap di reservoir
3. Logam bersifat toksik dan korosif
4. Menyebabkan penyakit Alzheimer
5. Biaya lebih hemat

Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 50,2 NTU



Dosis Optimum untuk Kekeruhan Awal 50,2 NTU

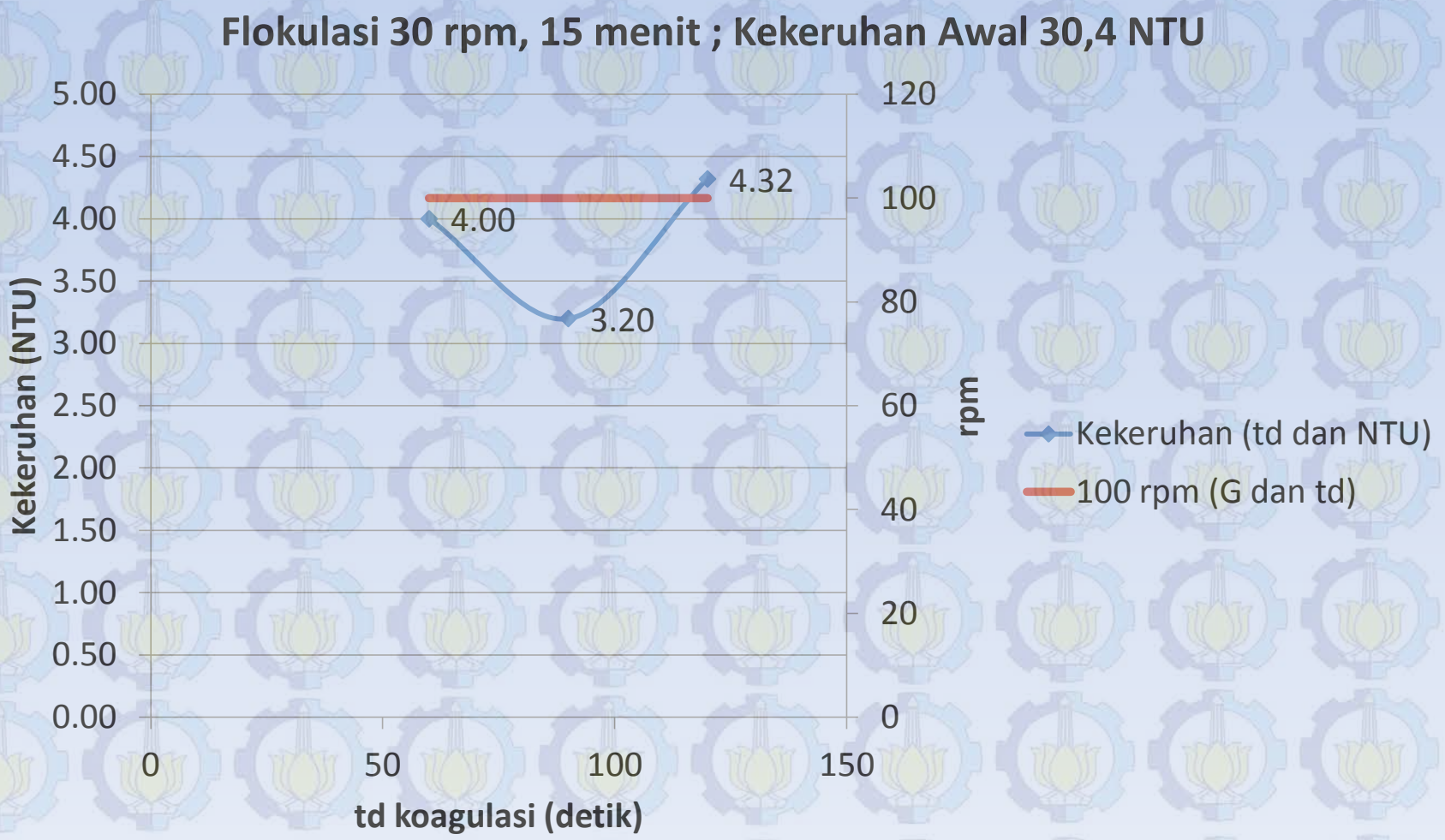
Dosis optimum yang digunakan adalah 50 ppm alum dan 0,2 ppm *polyDADMAC* karena menghasilkan kekeruhan terendah

Penentuan Nilai G dan td

rpm	G (/detik)	td (detik)
Proses Koagulasi		
100	172	60
130	254	90
160	347	120
Proses Flokulasi		
30	28	900
40	43	1200
50	61	1500

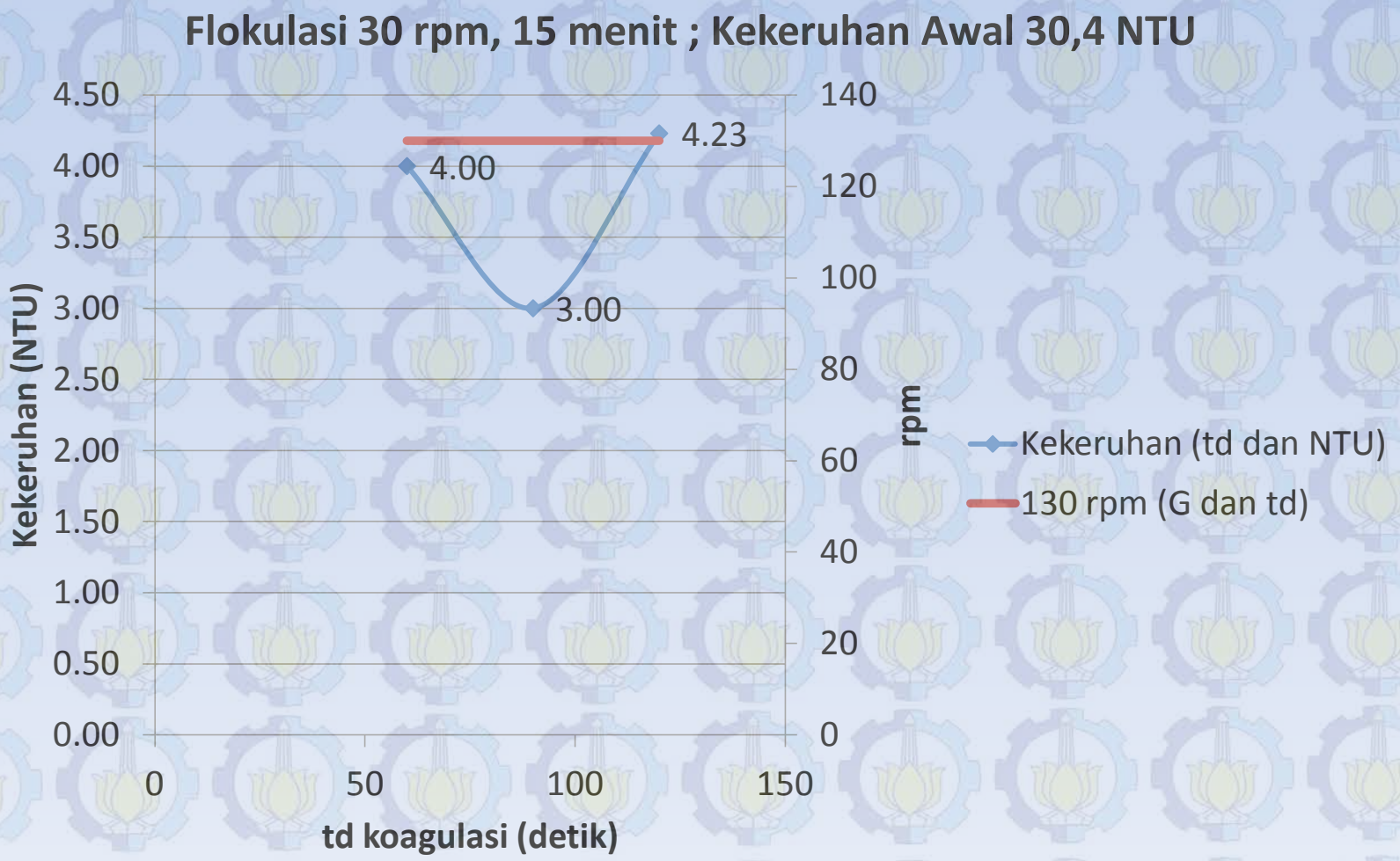
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 15 menit



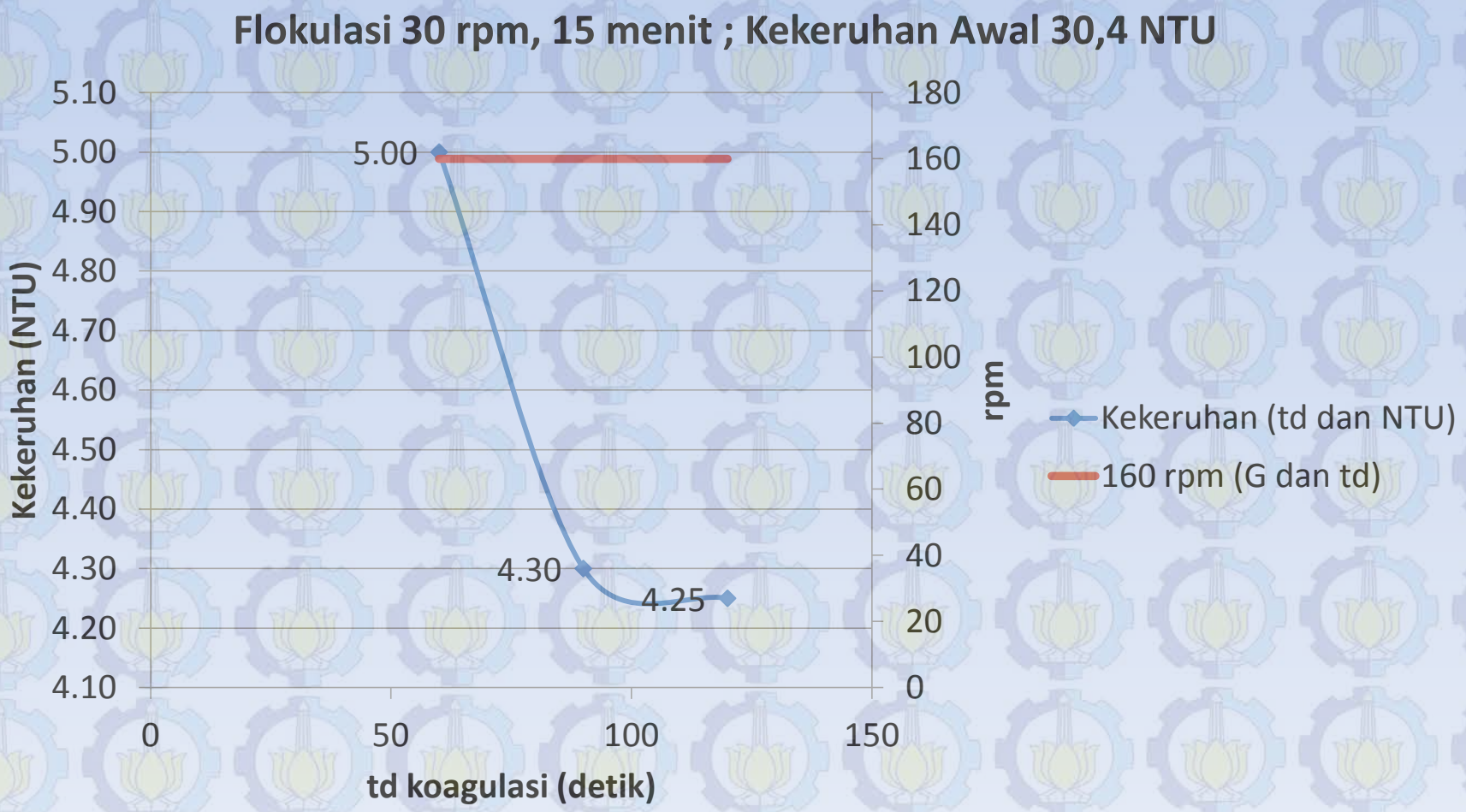
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 15 menit



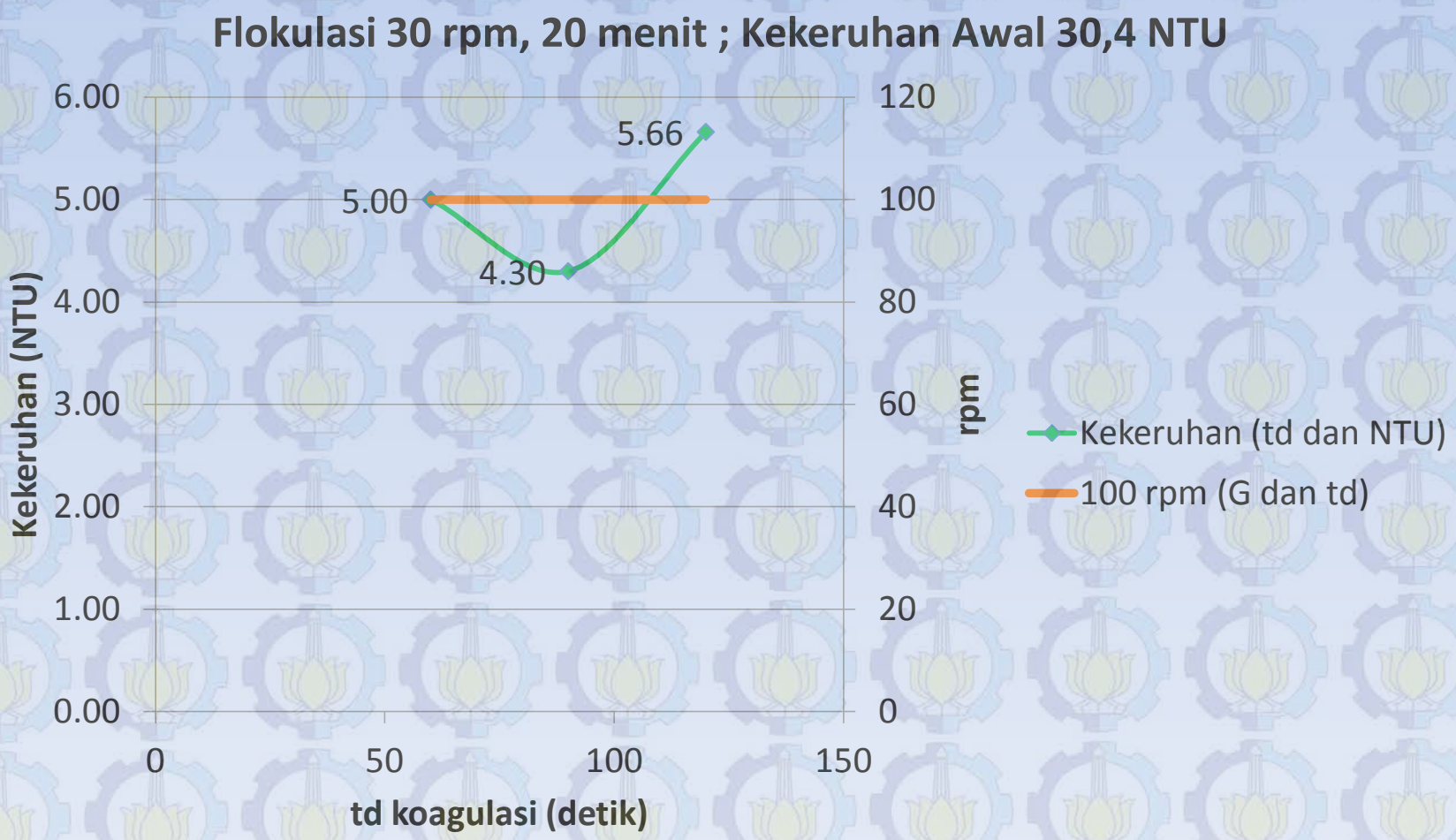
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 15 menit



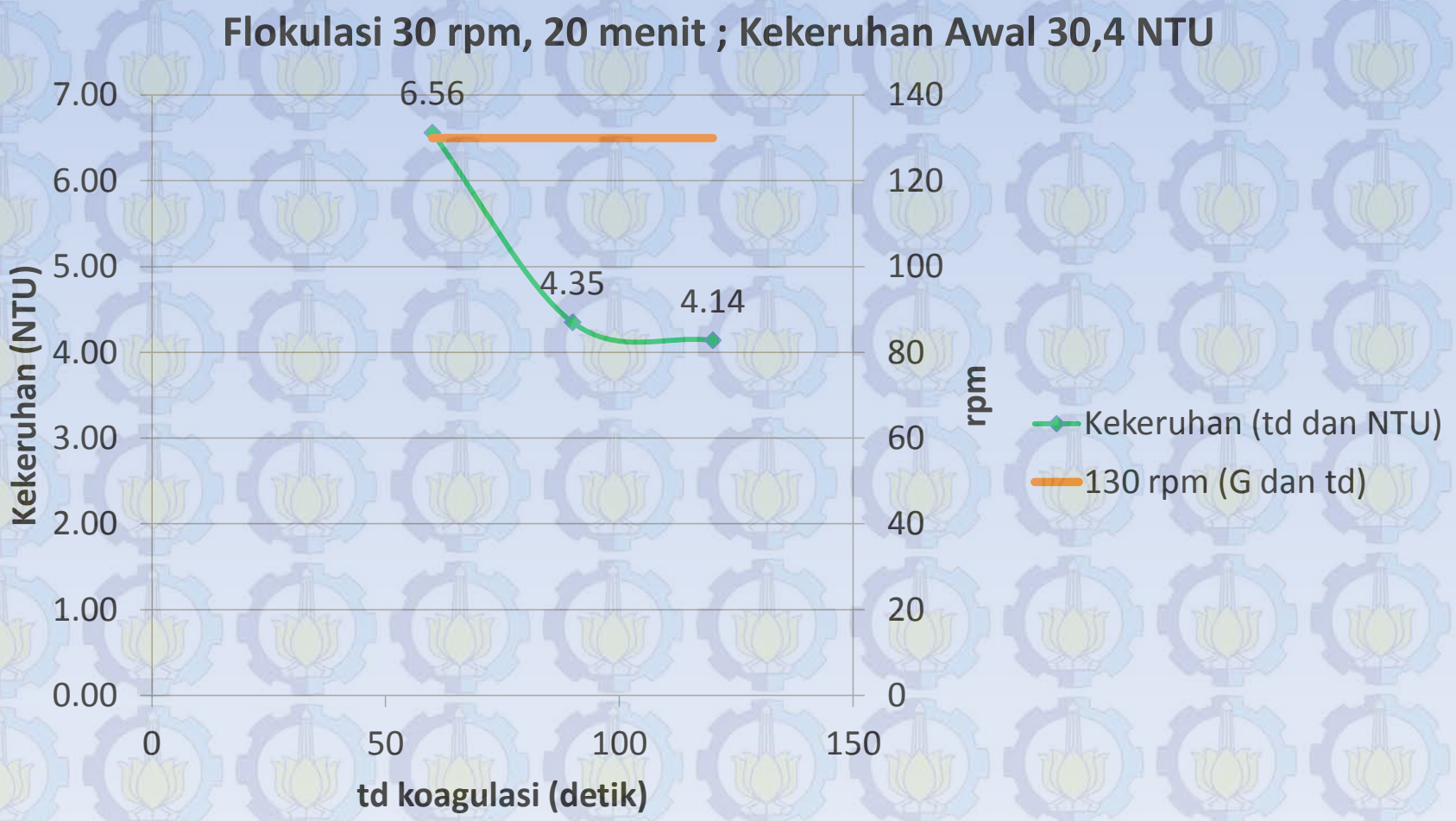
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 20 menit



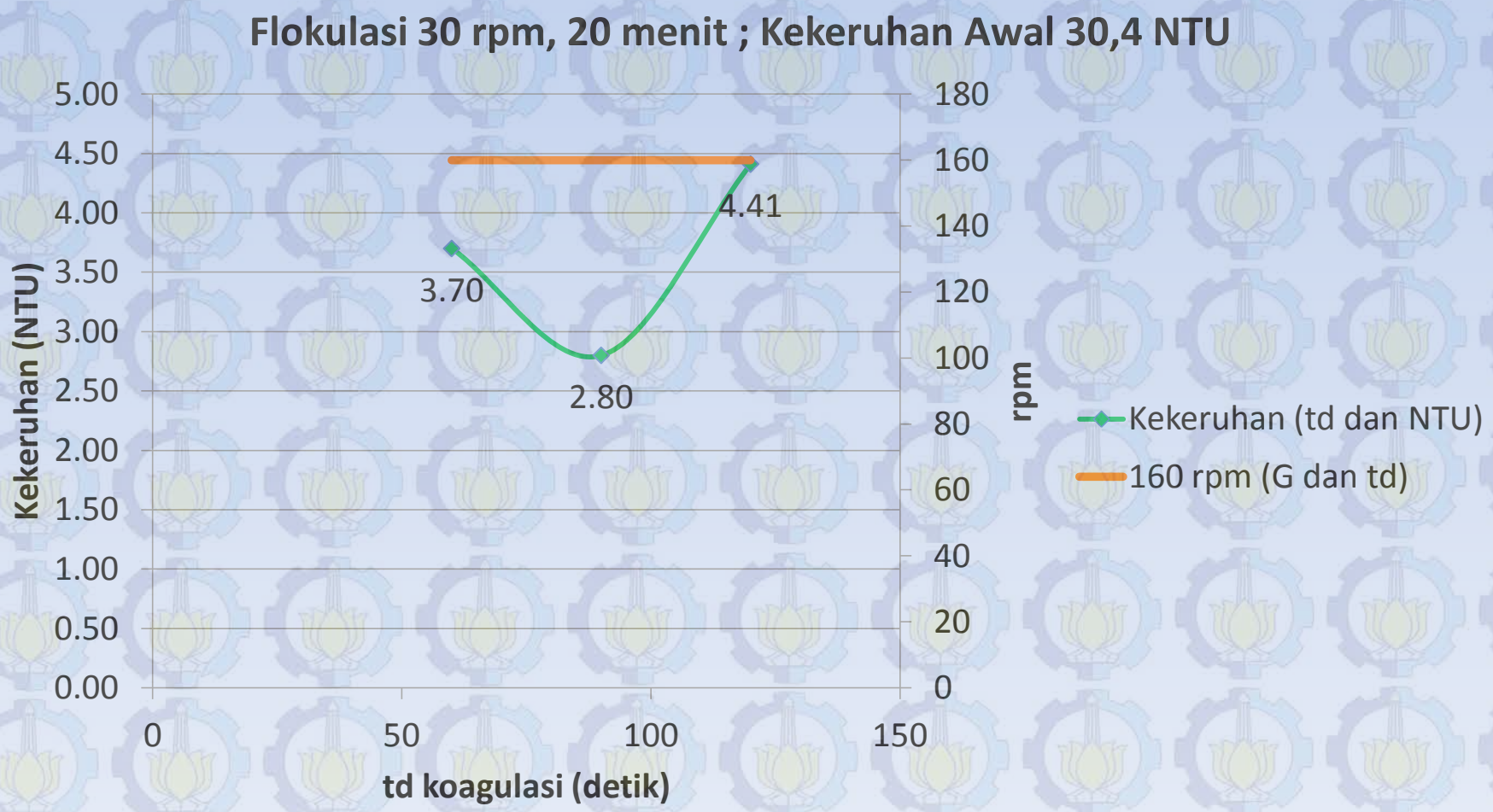
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 20 menit



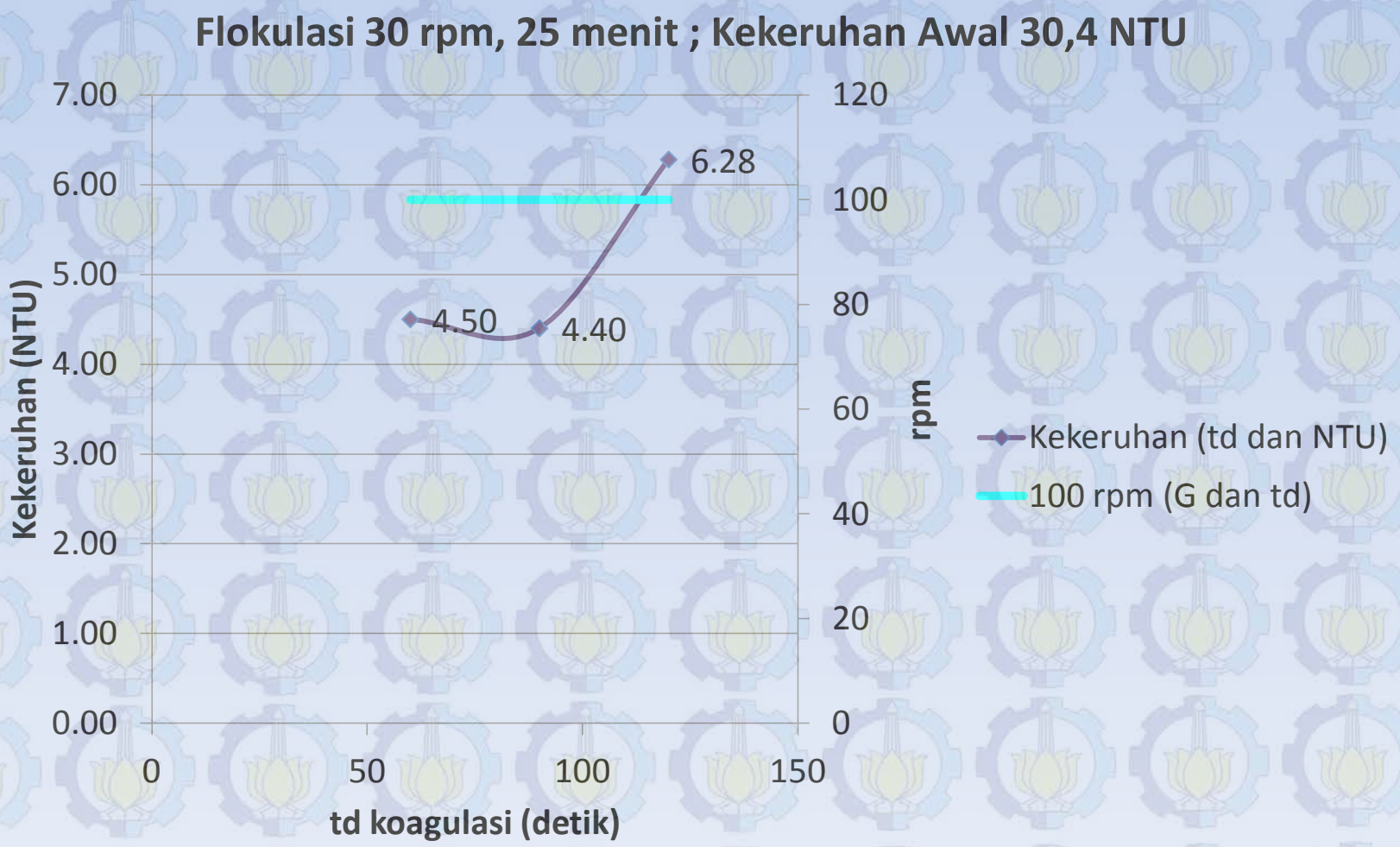
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 20 menit



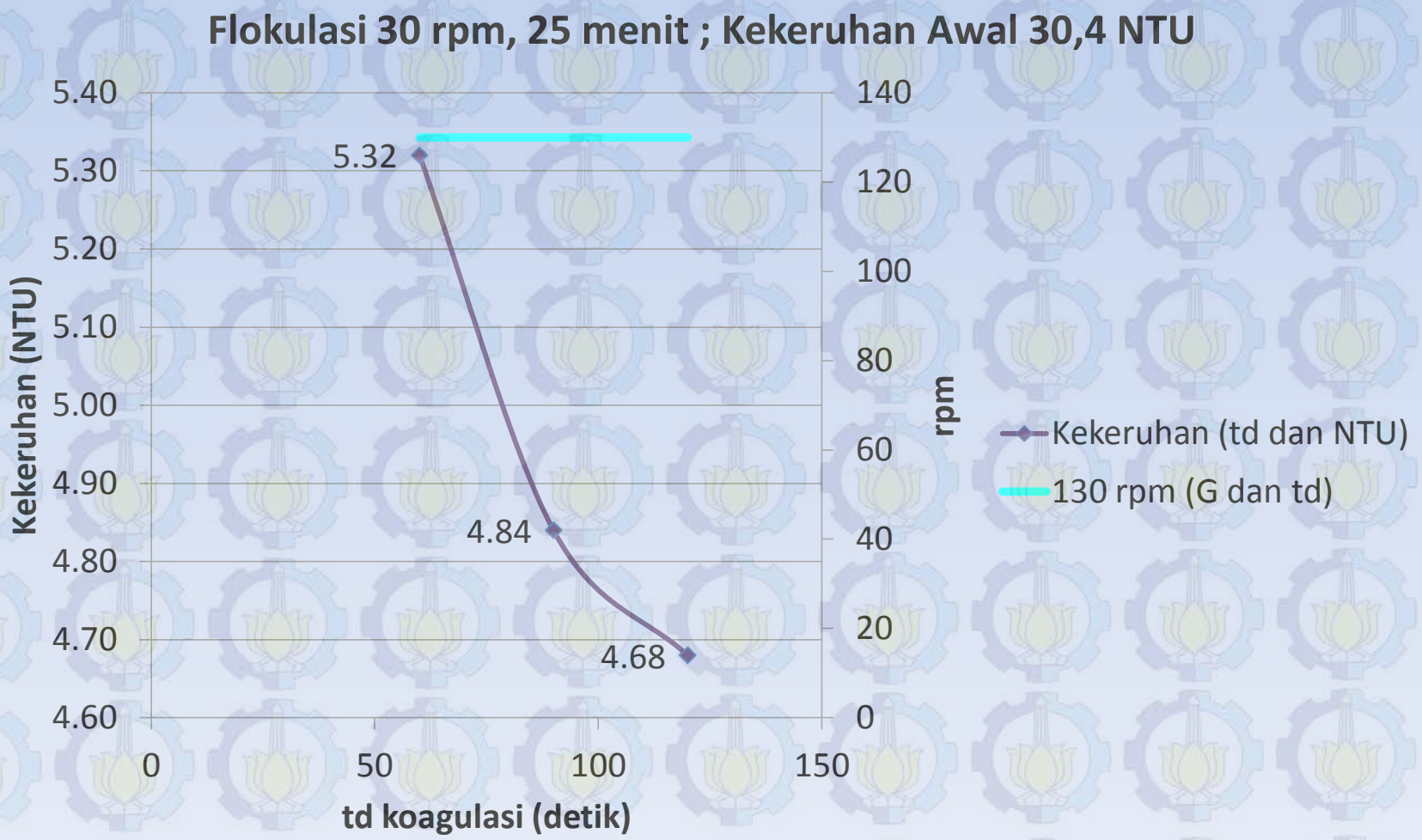
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 25 menit



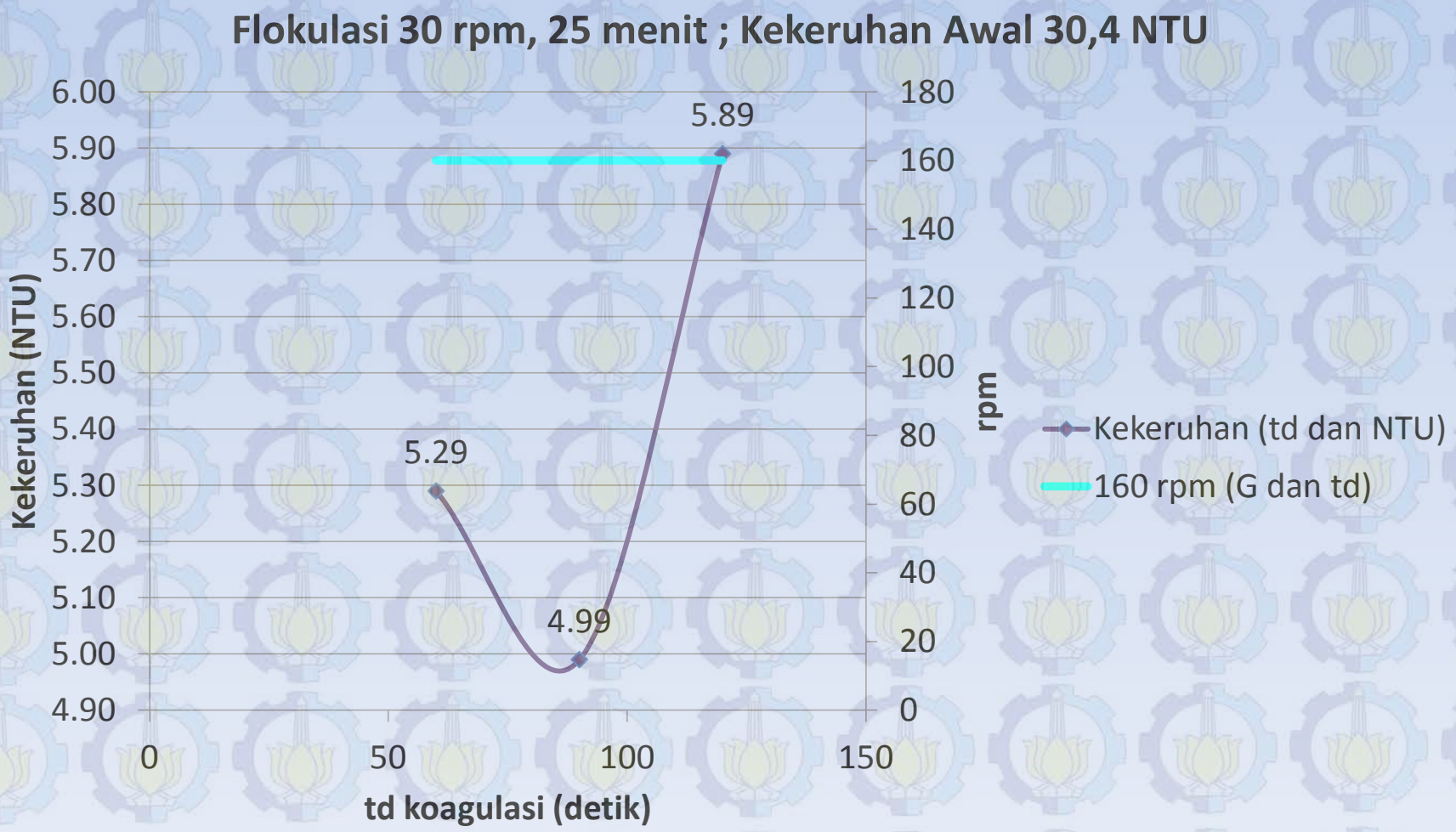
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 25 menit

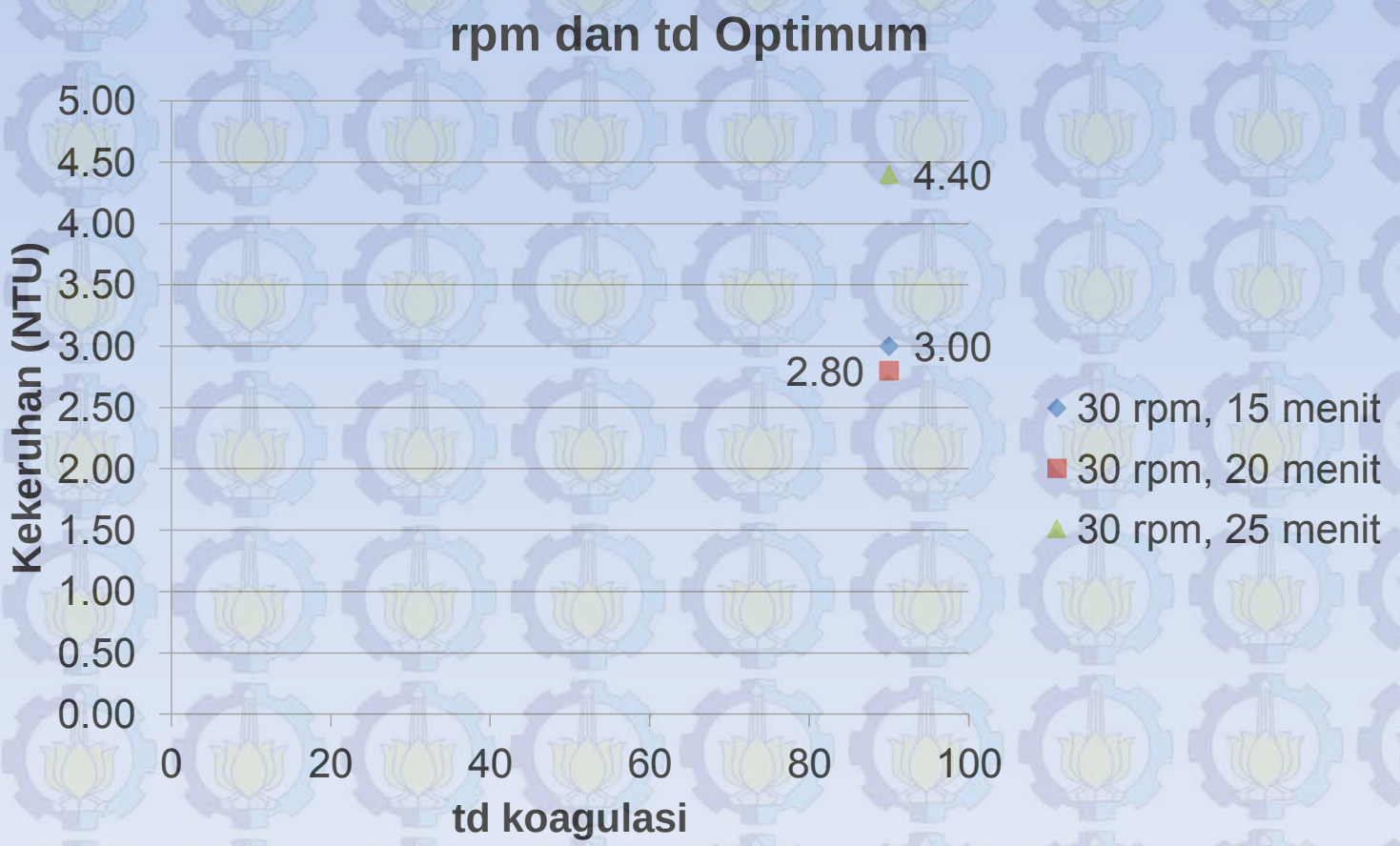


Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 30 rpm, 25 menit

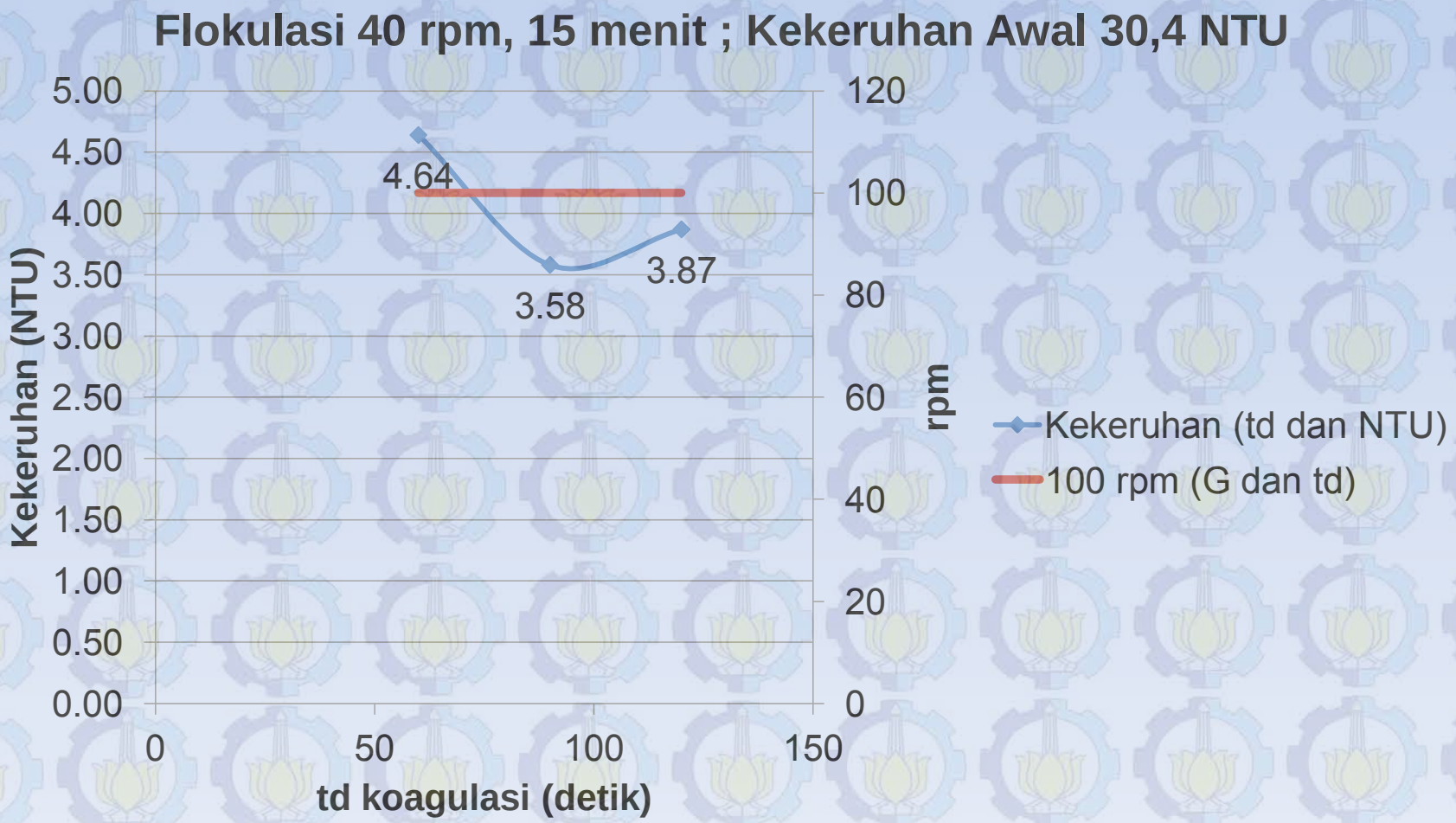


Kekeruhan Awal 30,4 NTU



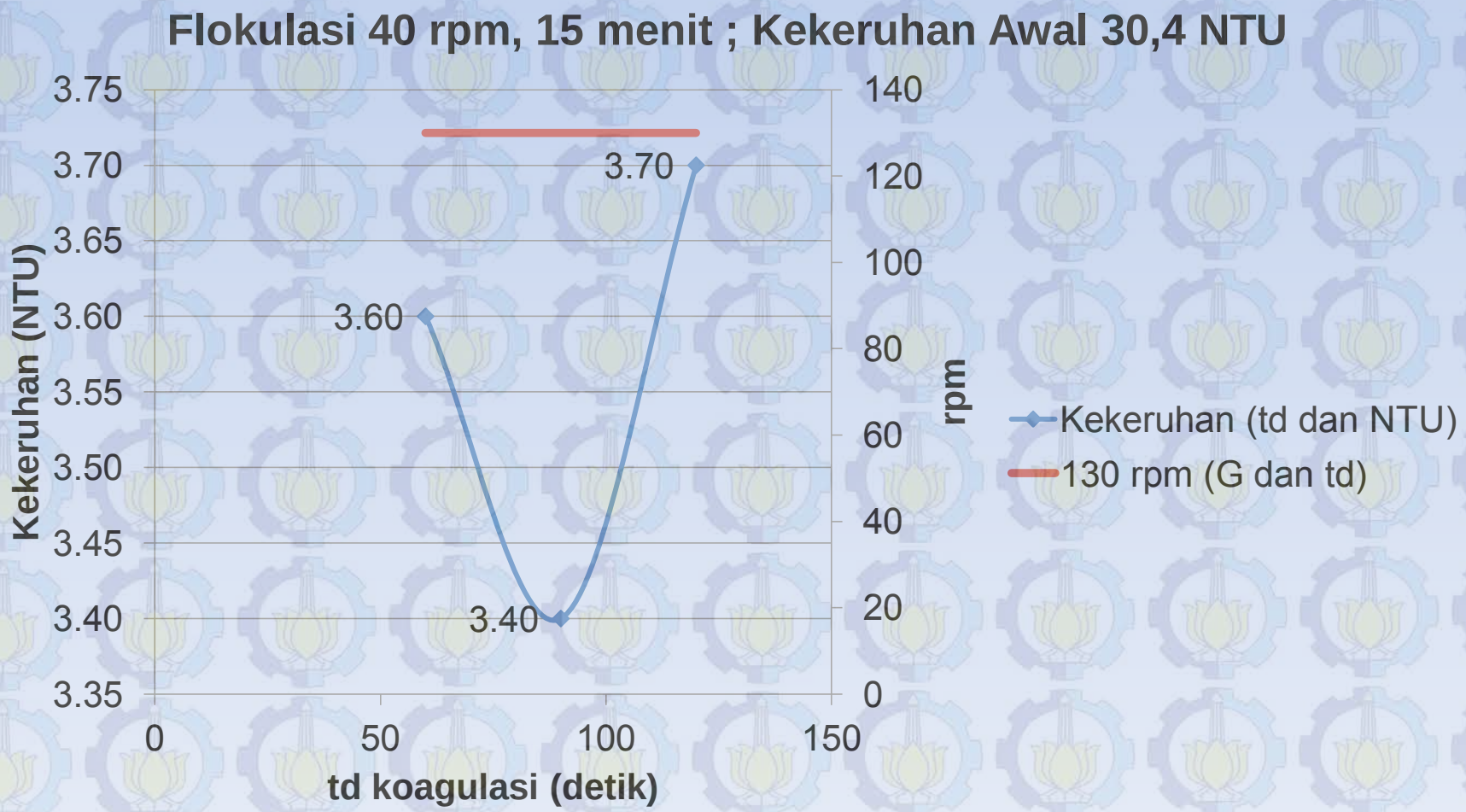
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 15 menit



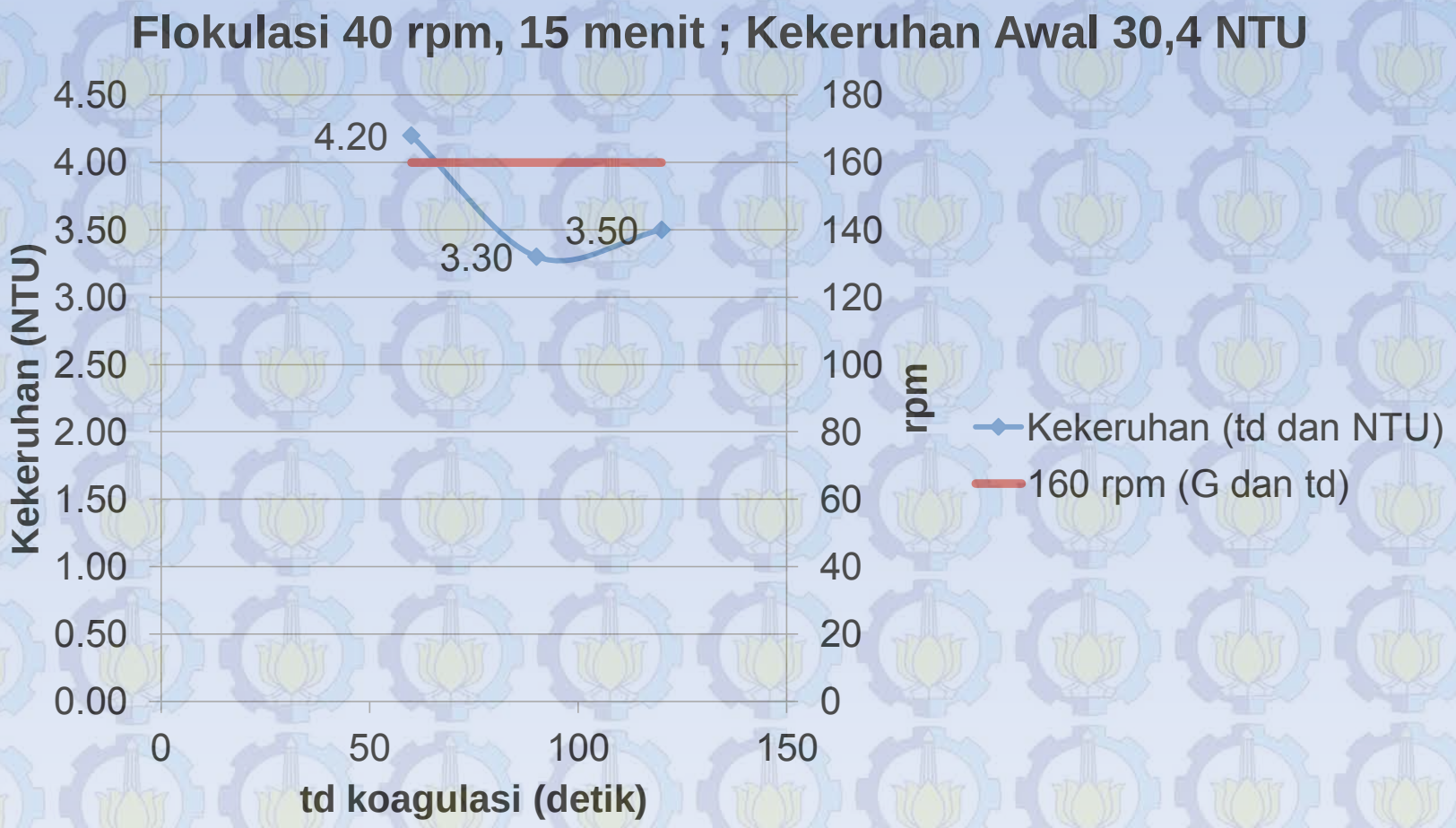
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 15 menit



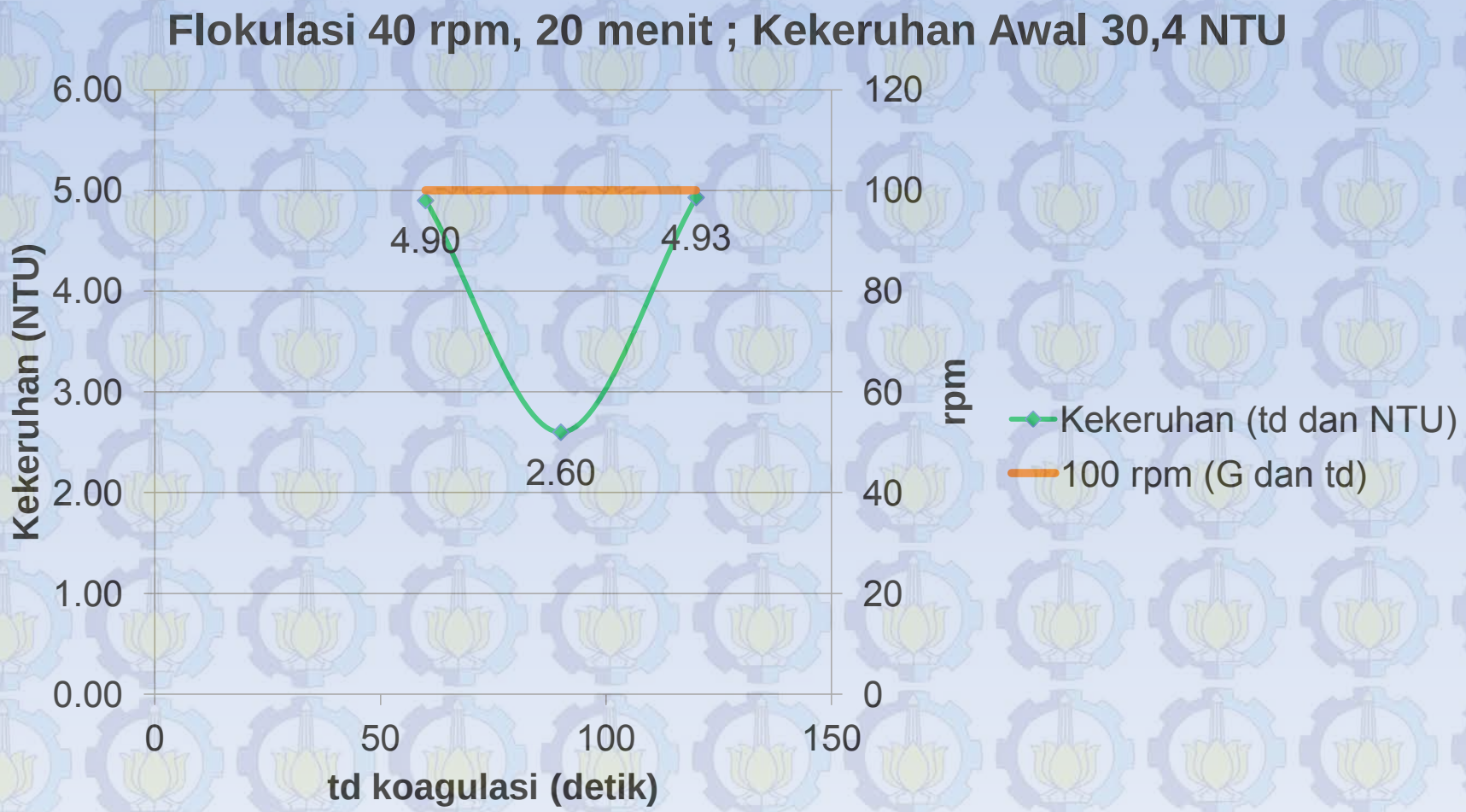
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 15 menit



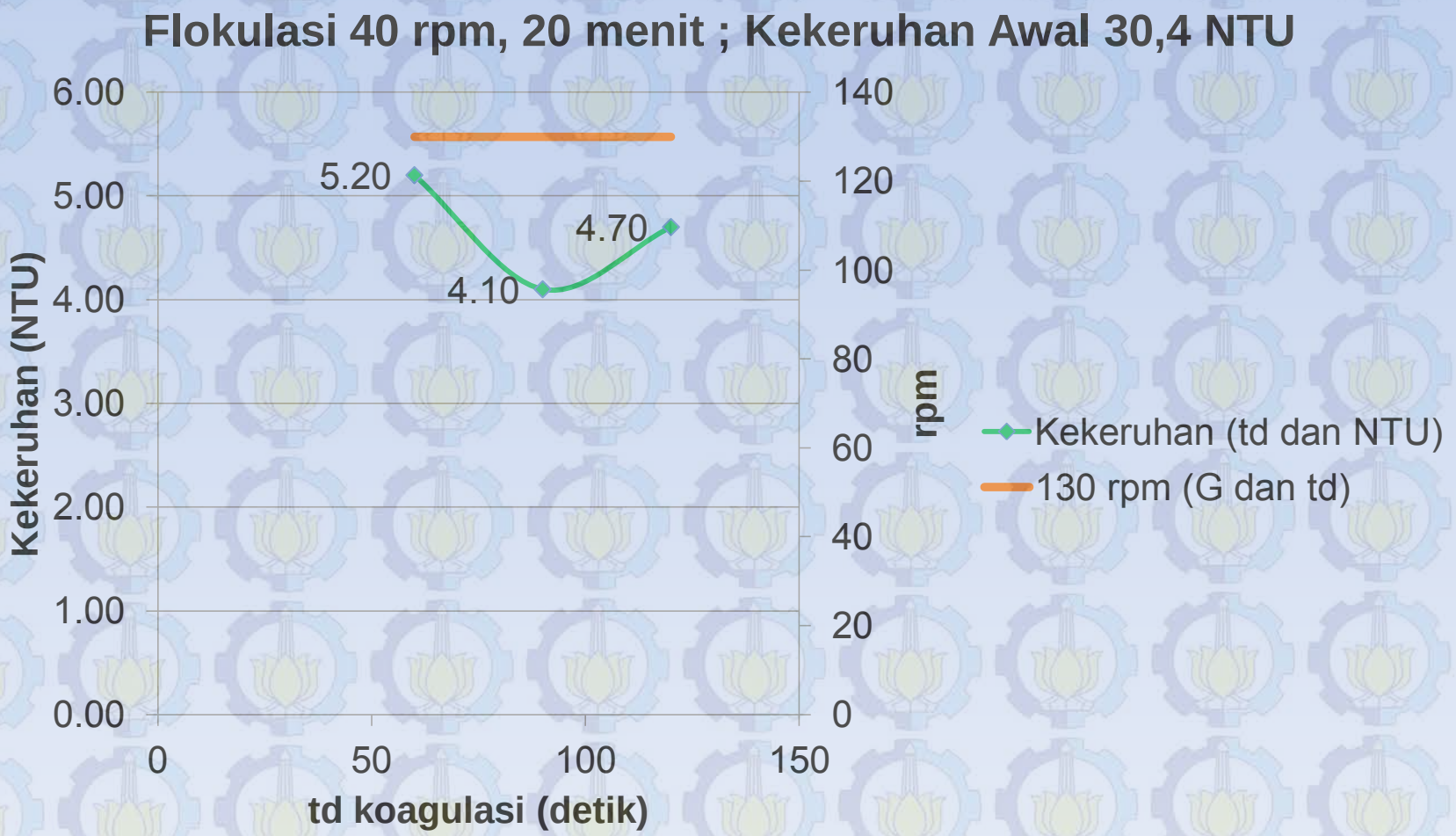
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 20 menit



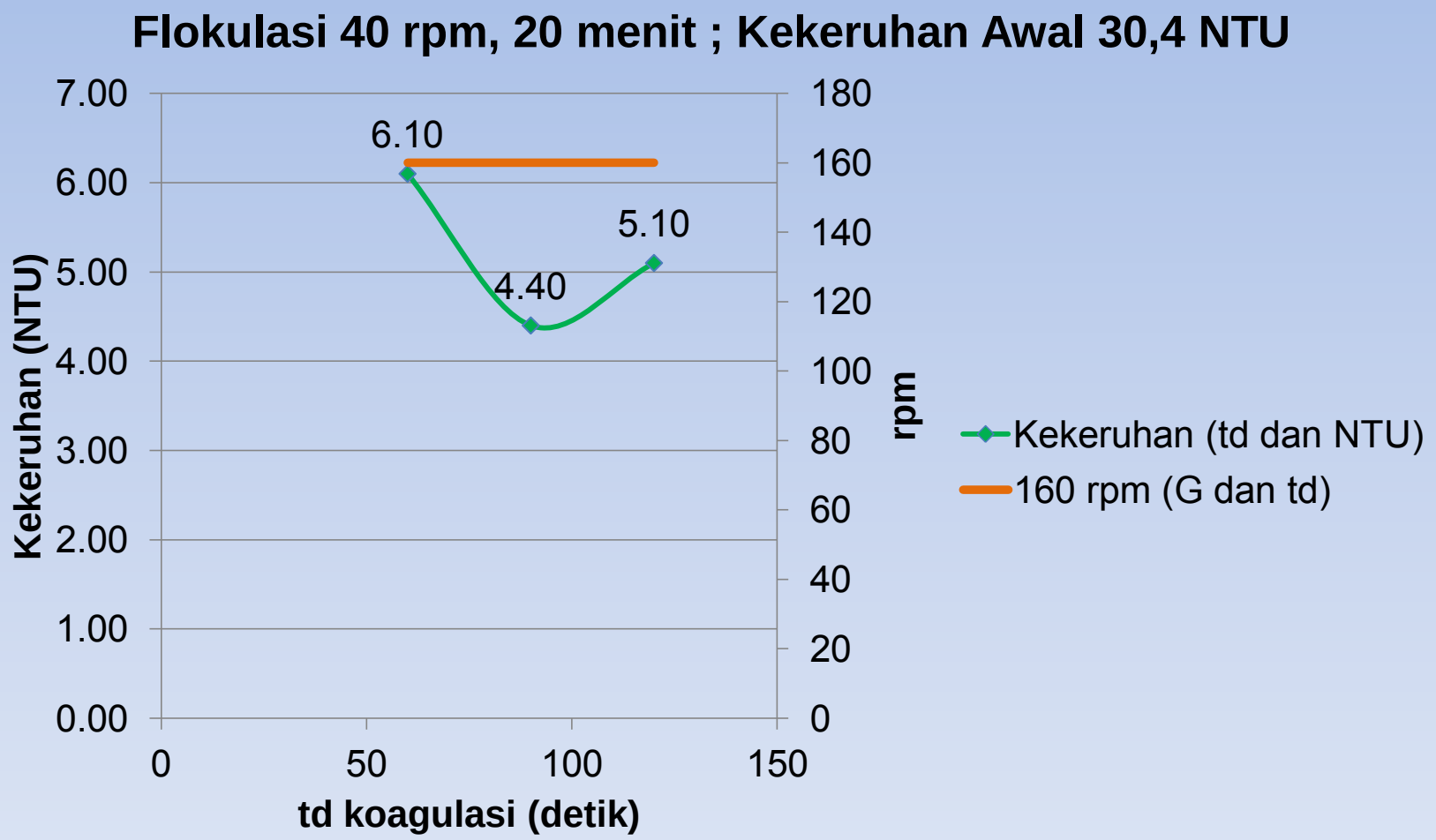
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 20 menit



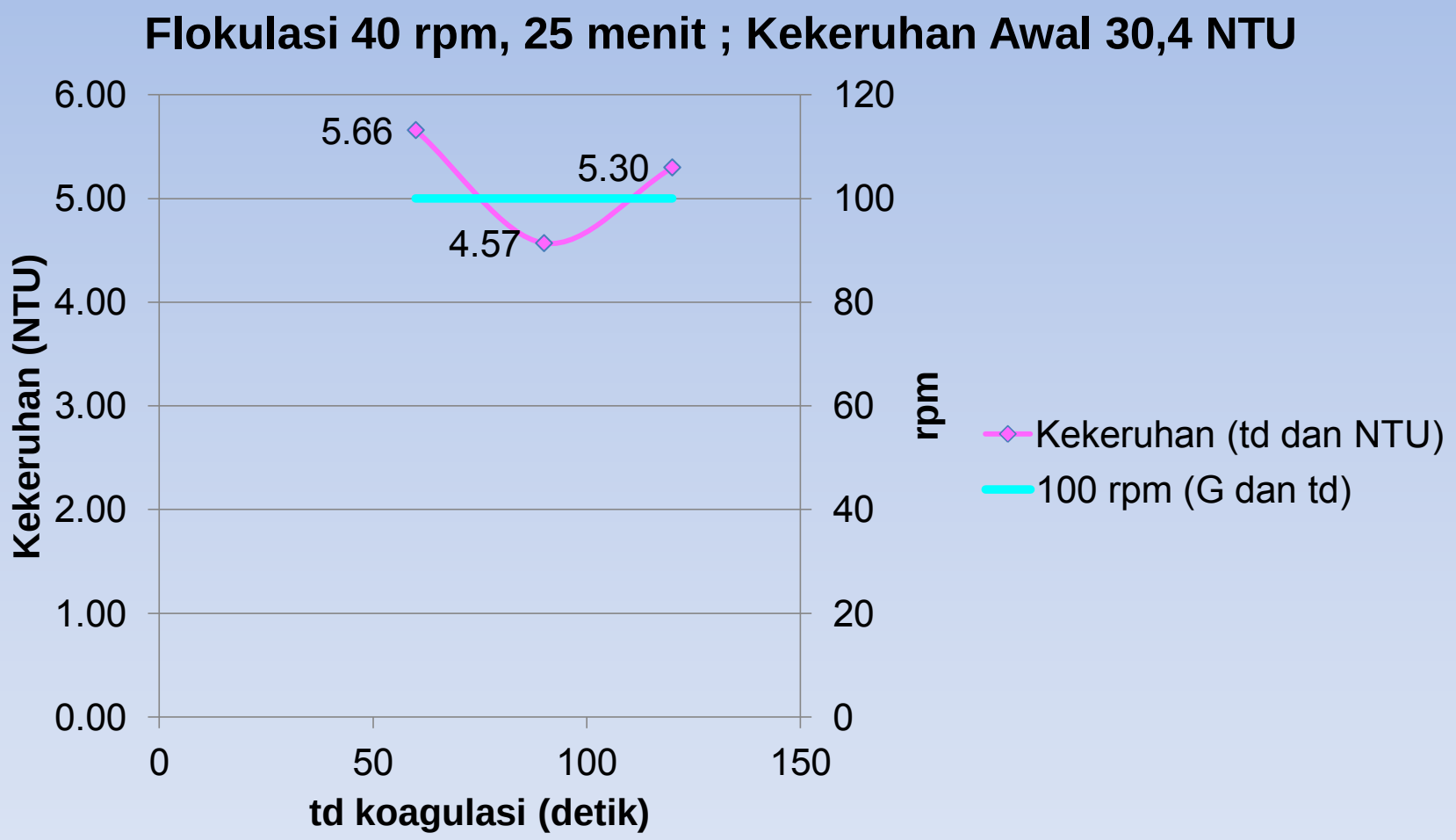
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 20 menit



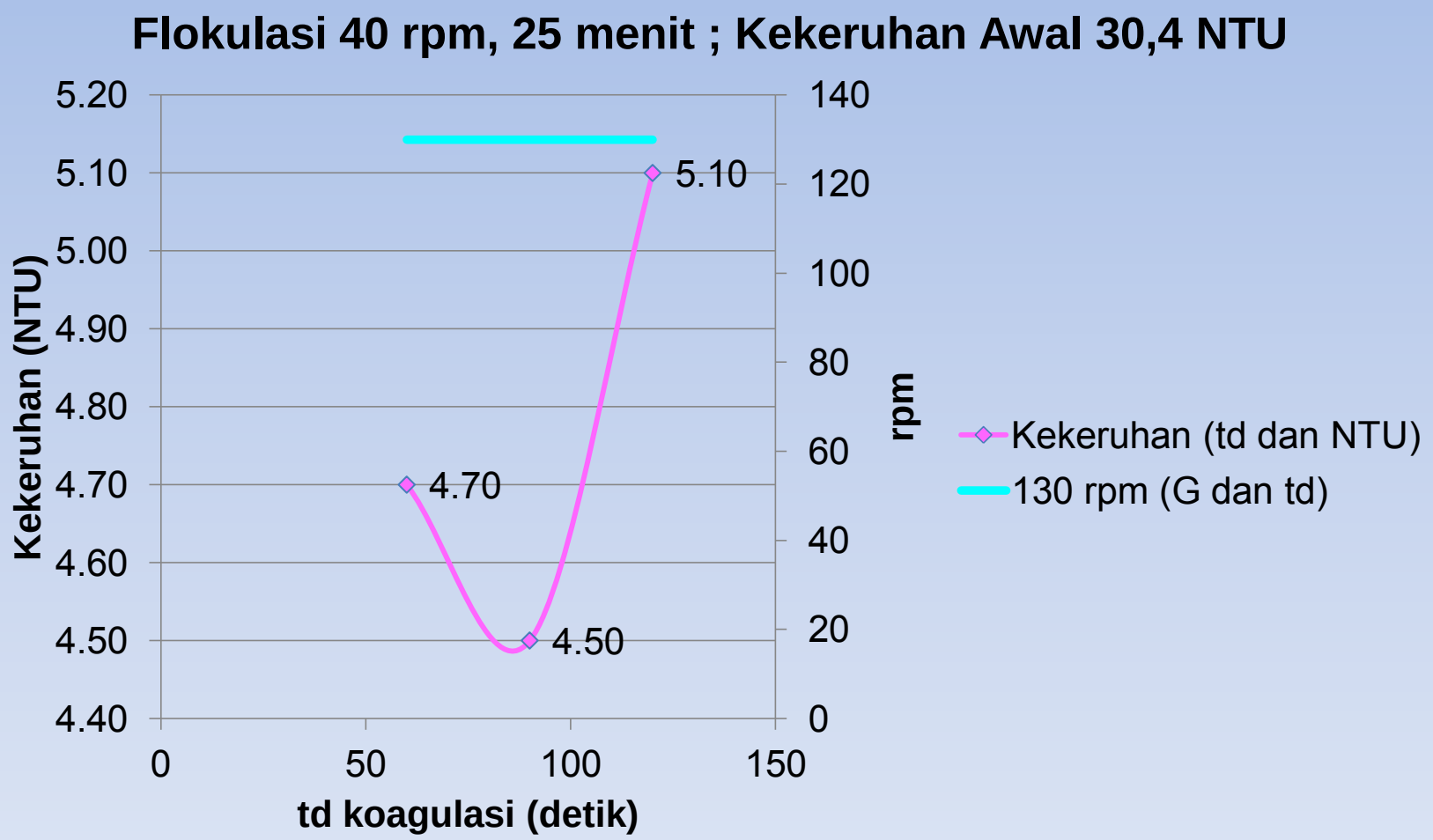
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 25 menit



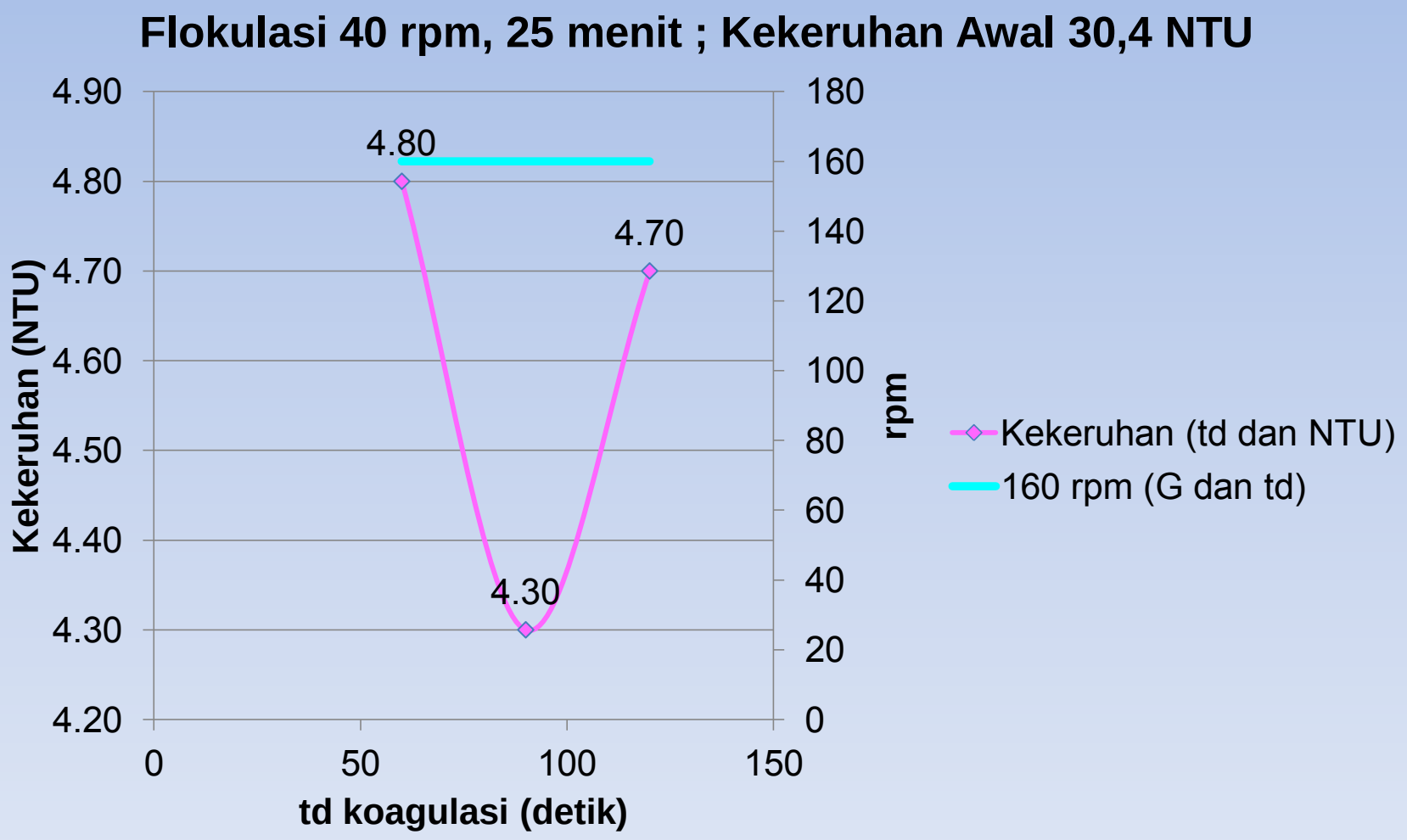
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 25 menit

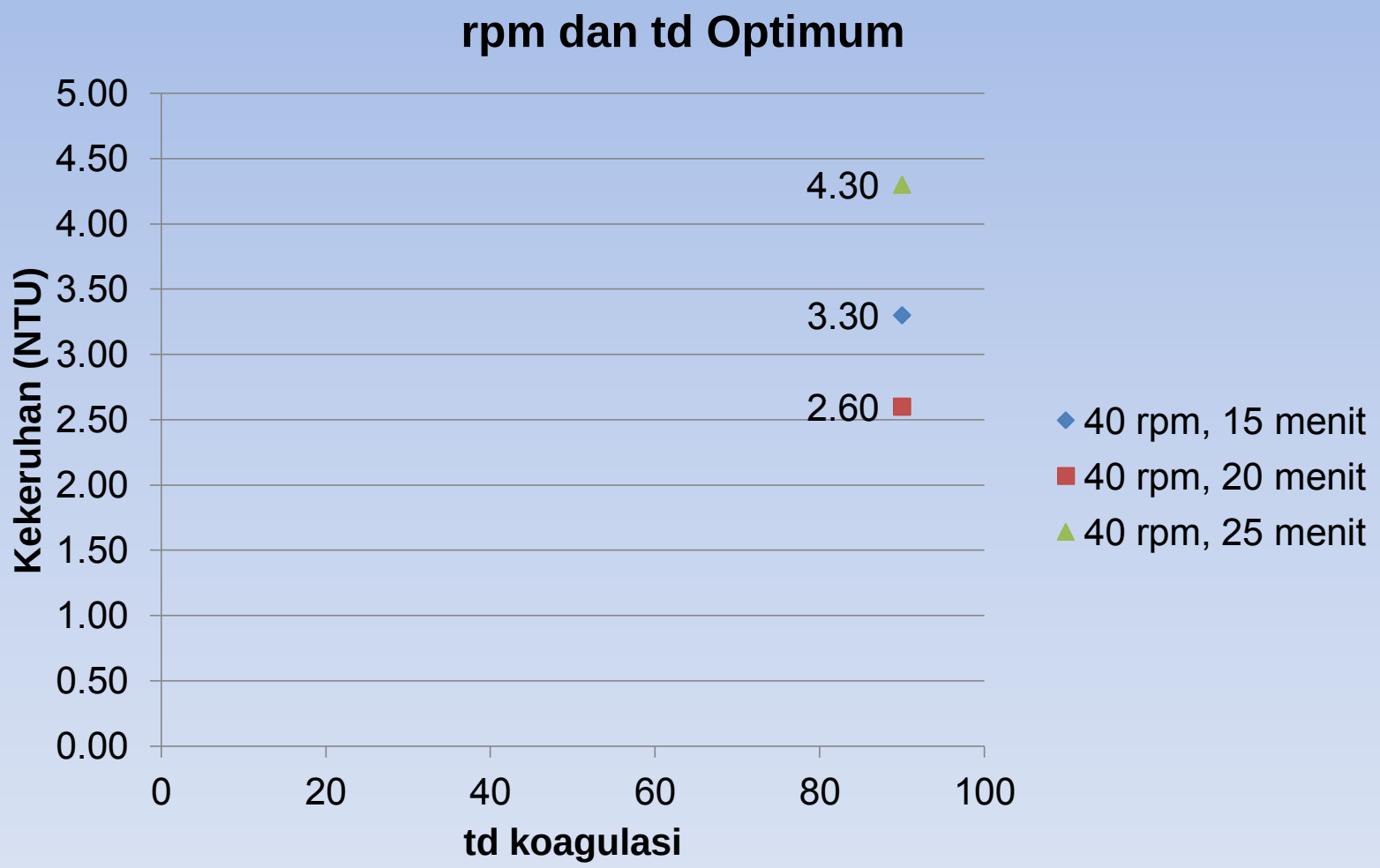


Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 40 rpm, 25 menit

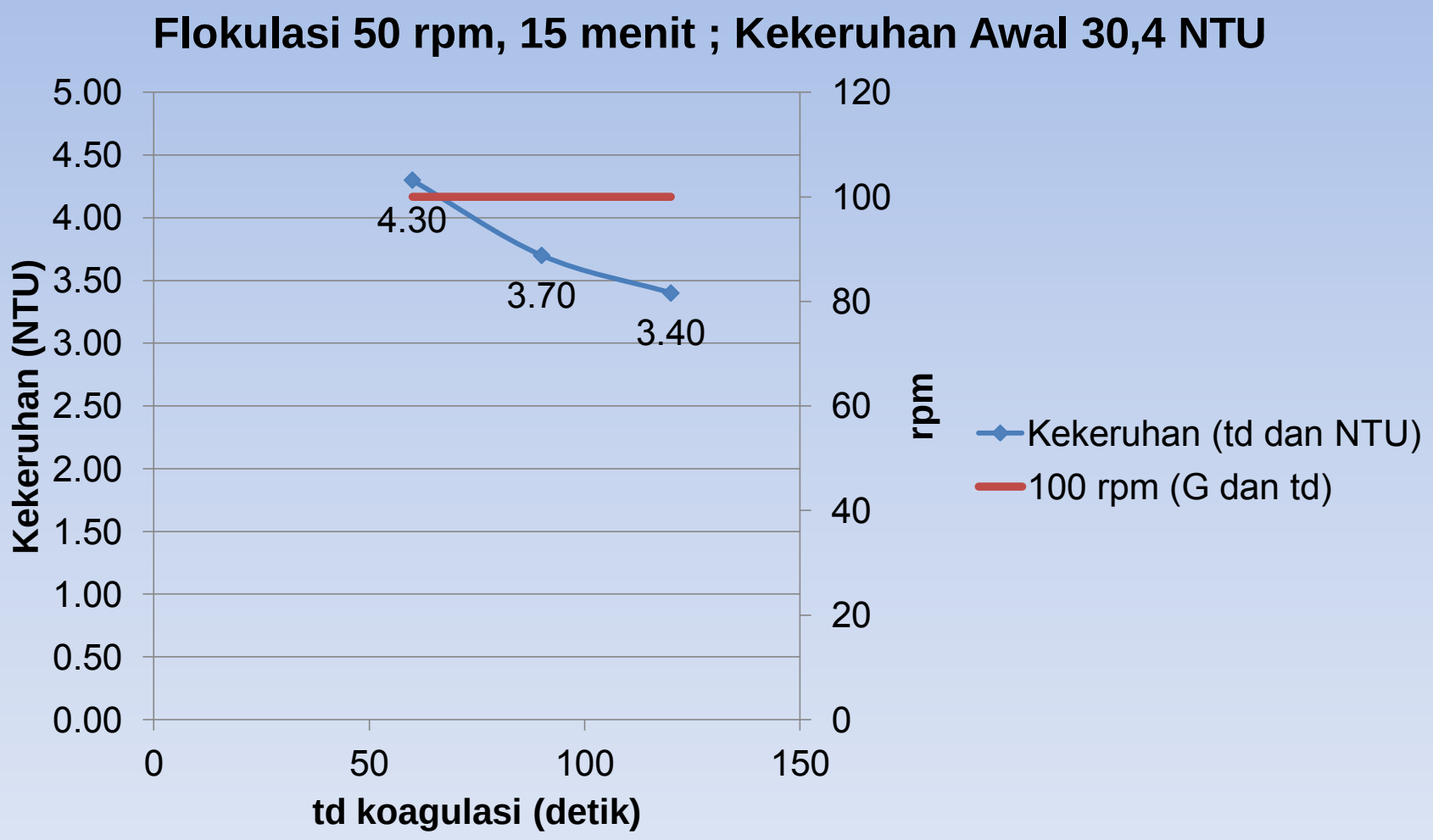


Kekeruhan Awal 30,4 NTU



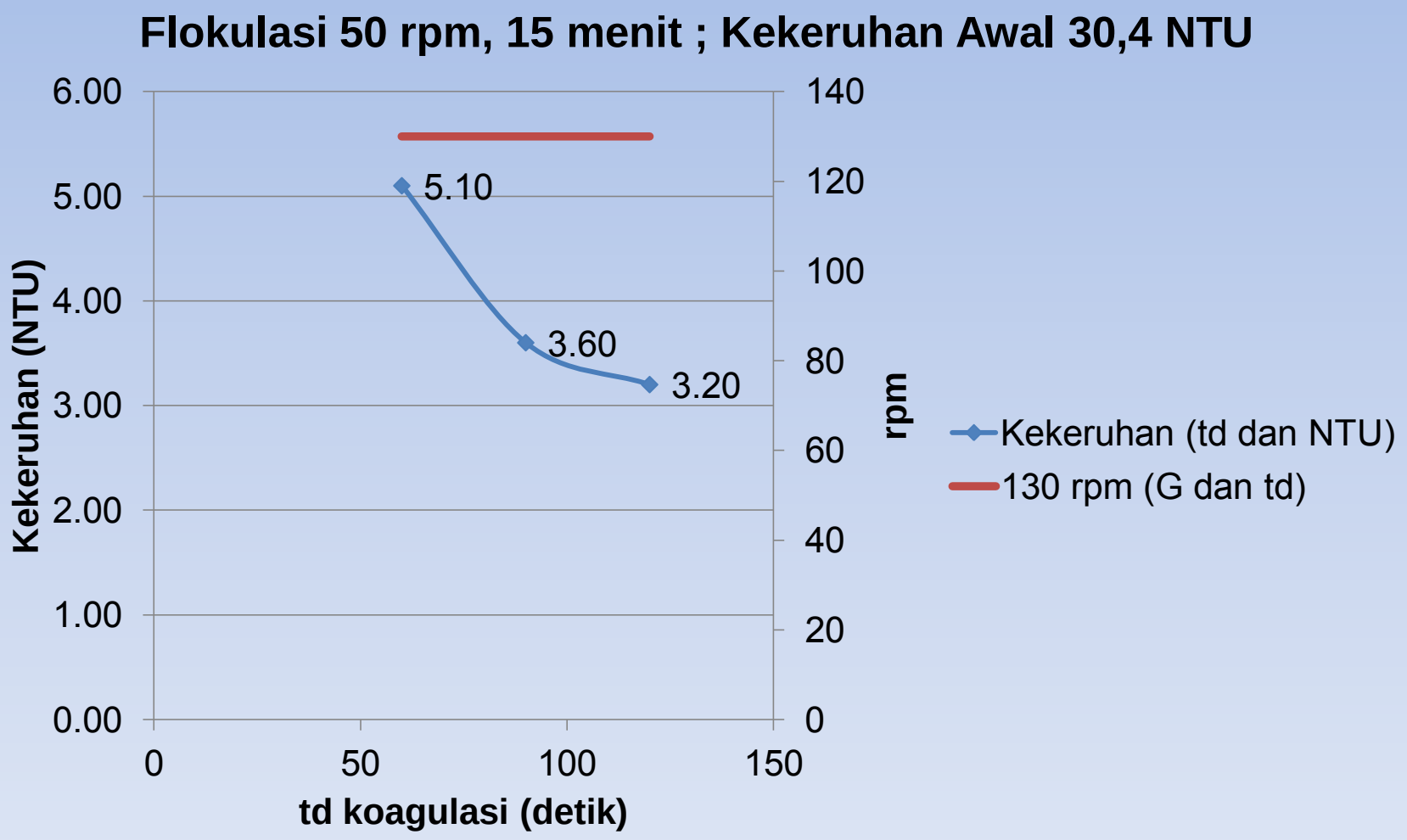
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 15 menit



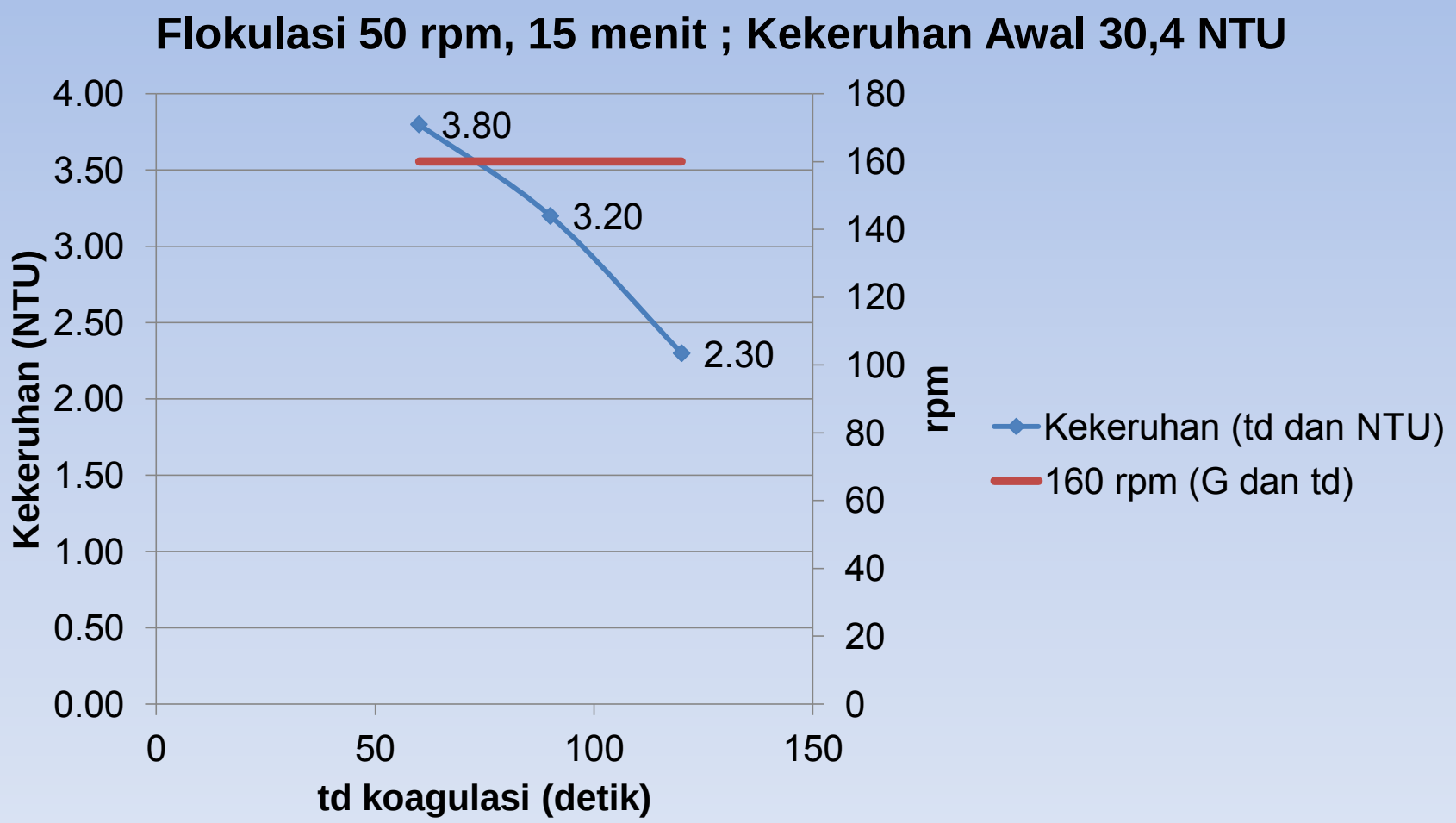
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 15 menit



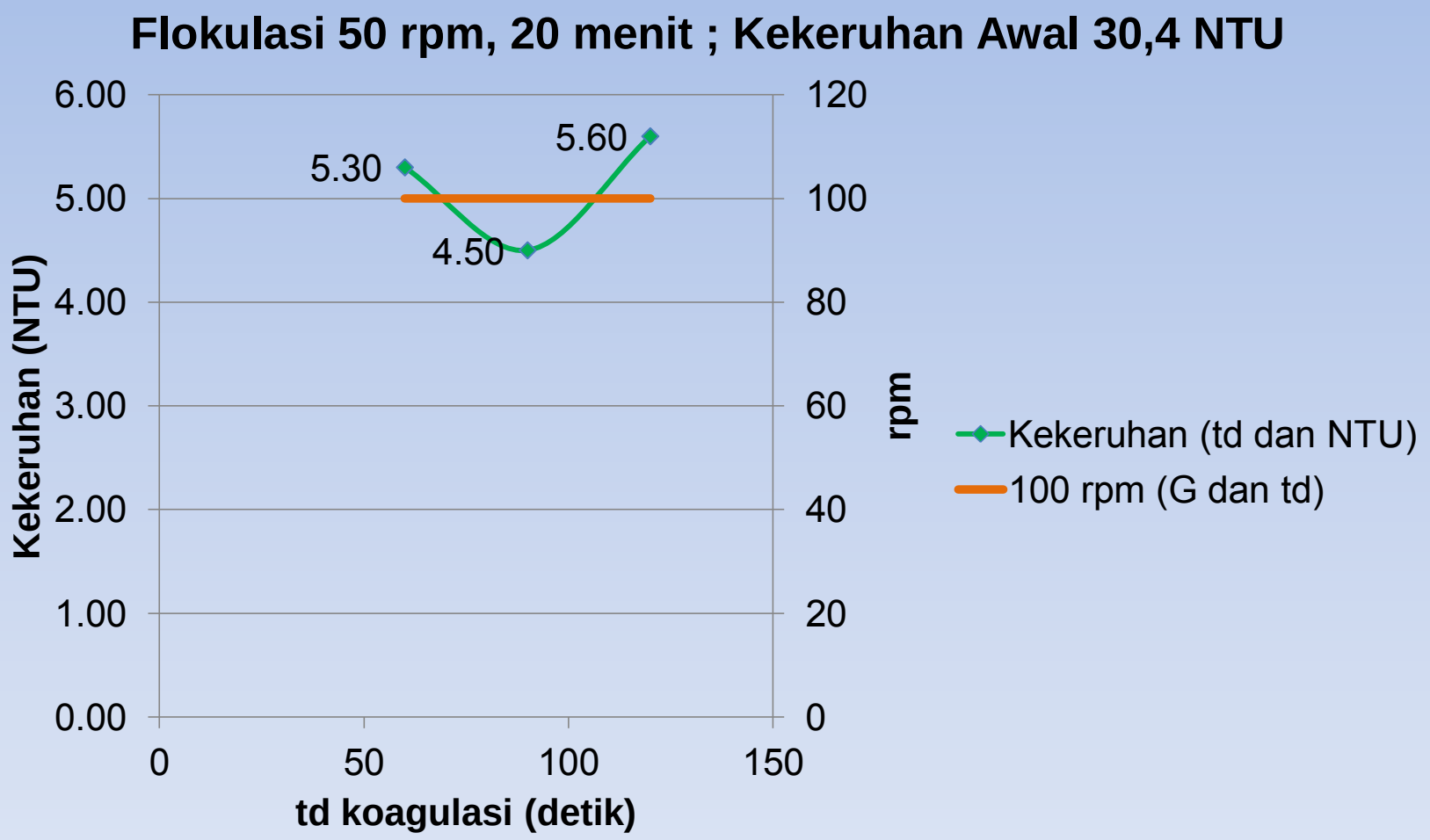
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 15 menit



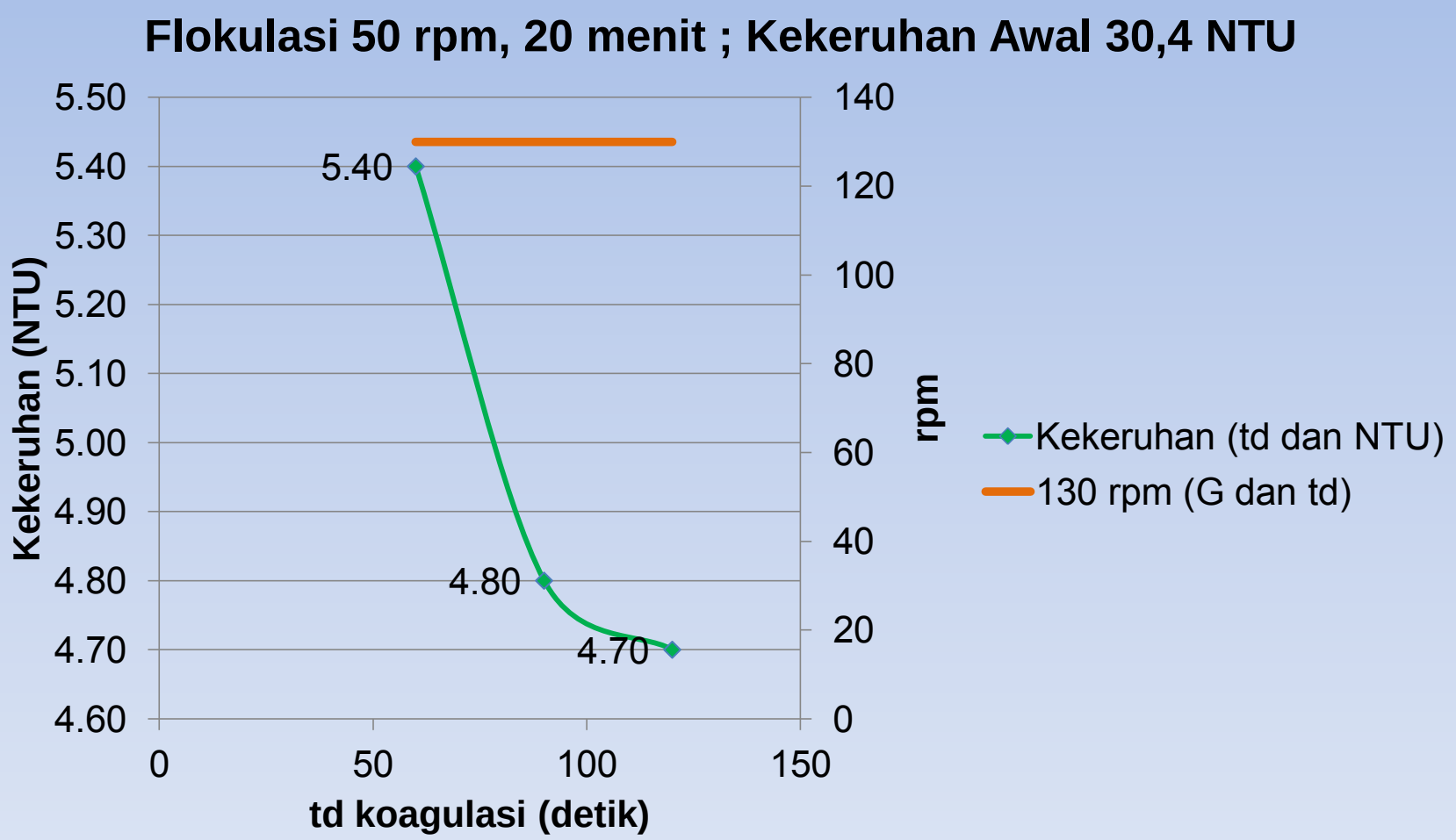
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 20 menit



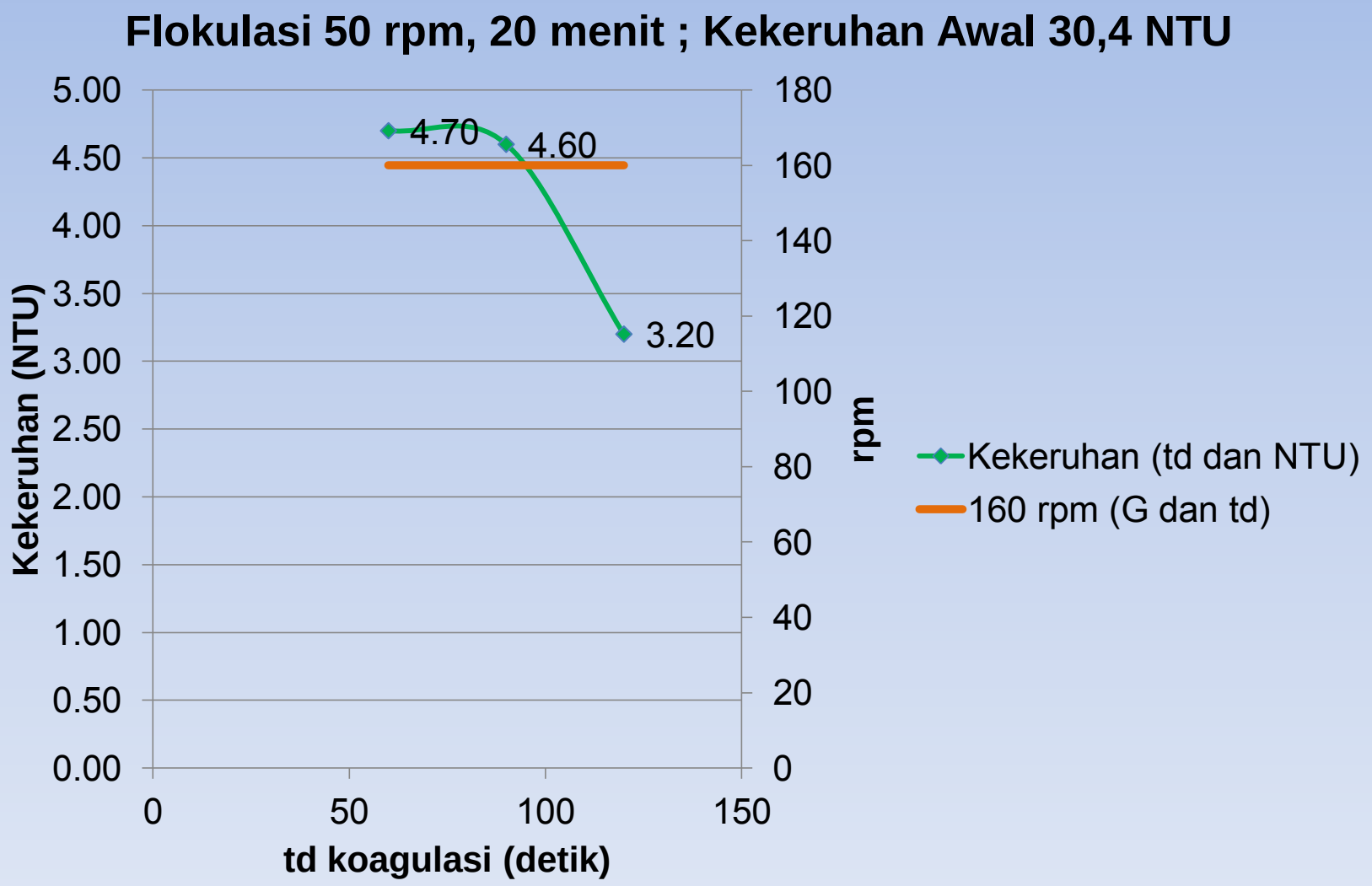
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 20 menit



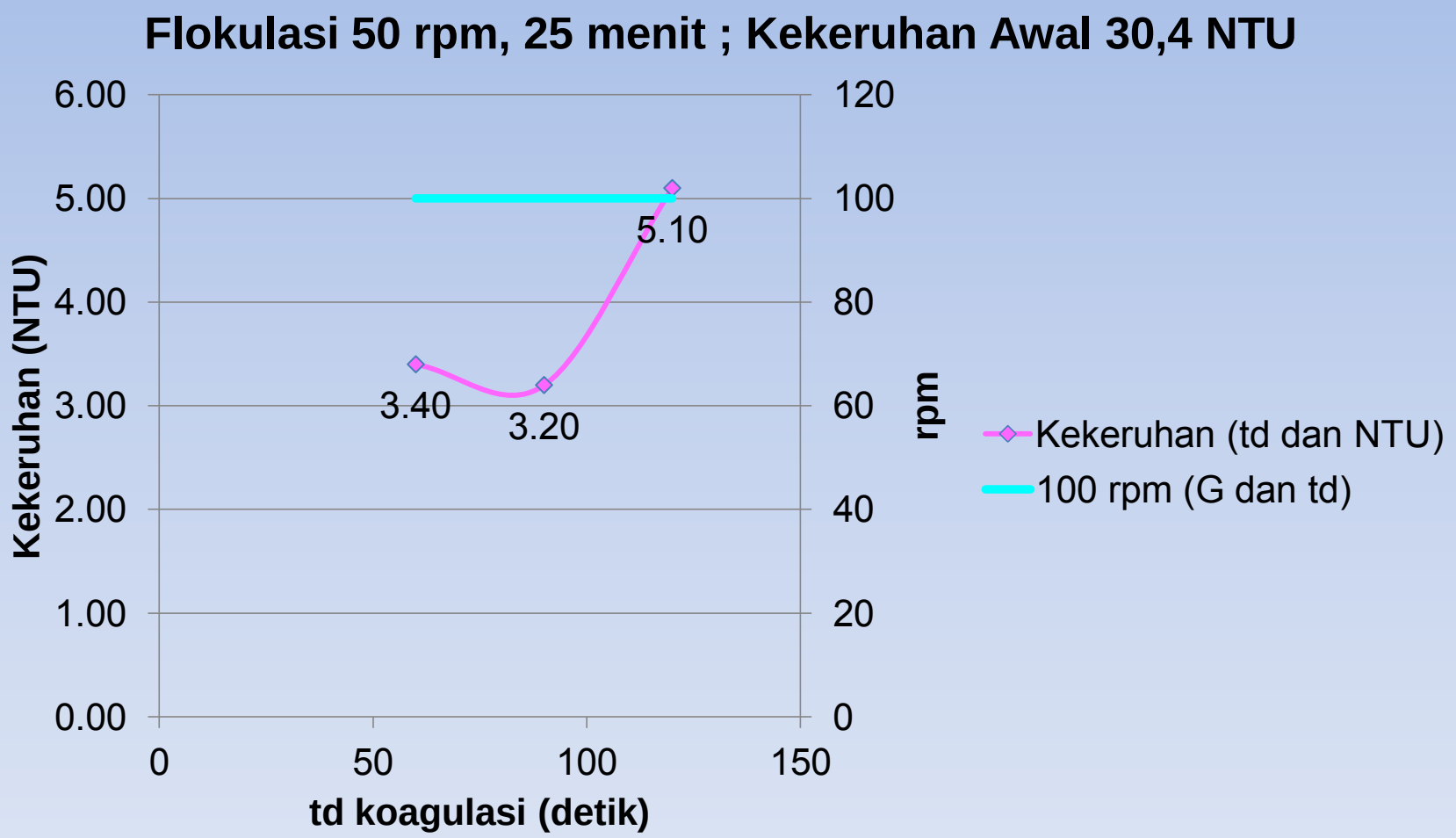
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 20 menit



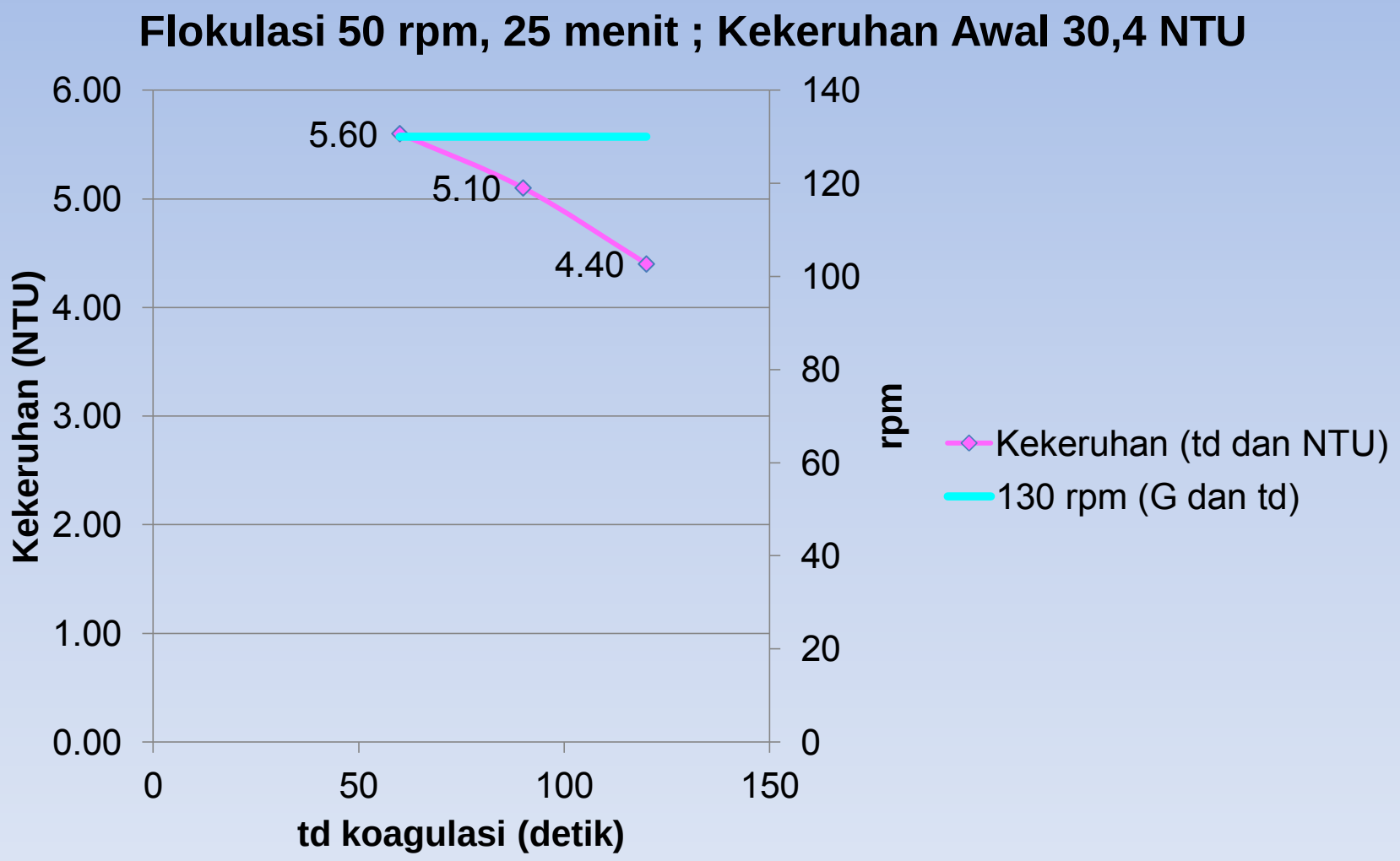
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 25 menit



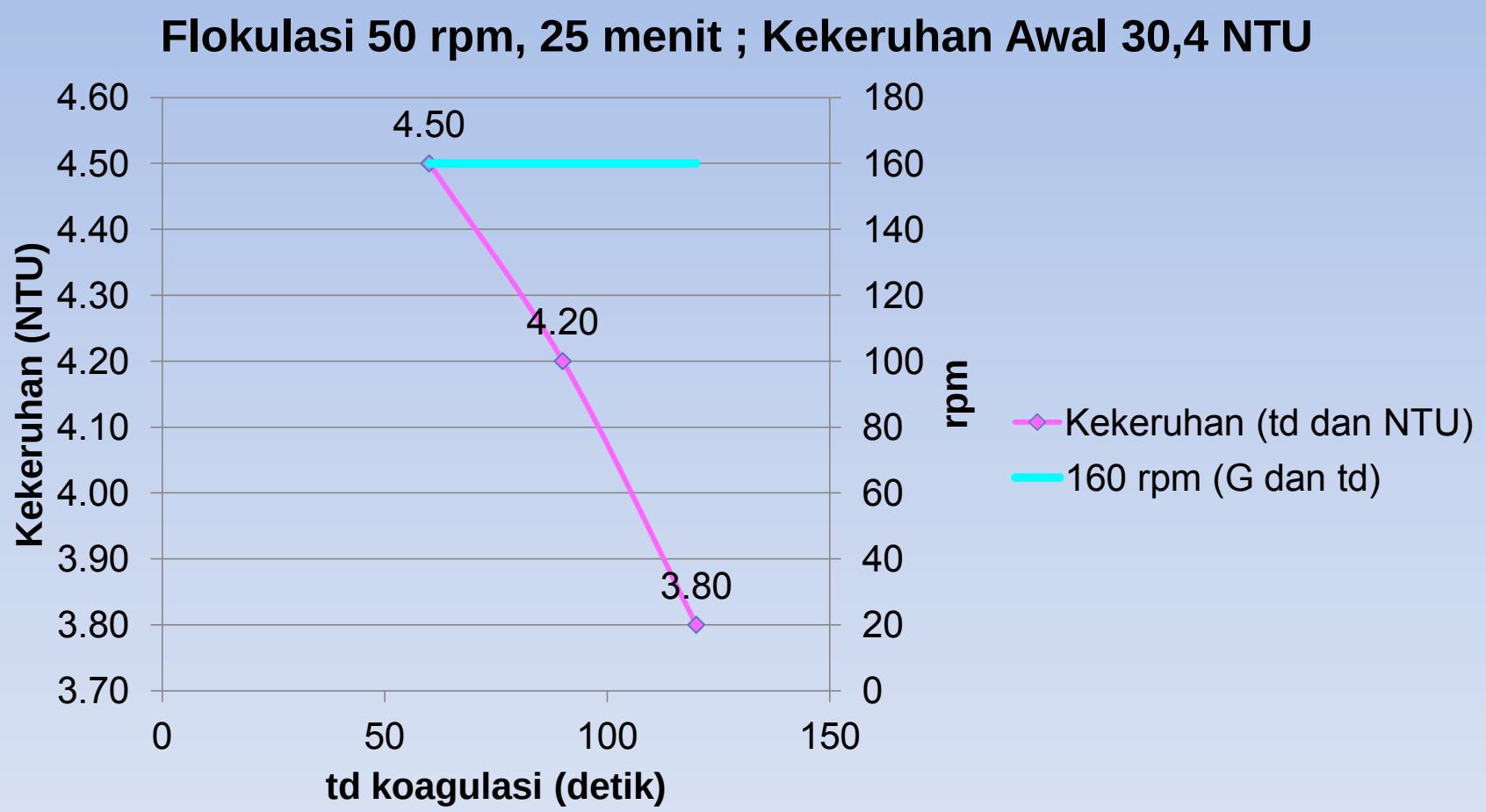
Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Flokulasi: 50 rpm, 25 menit

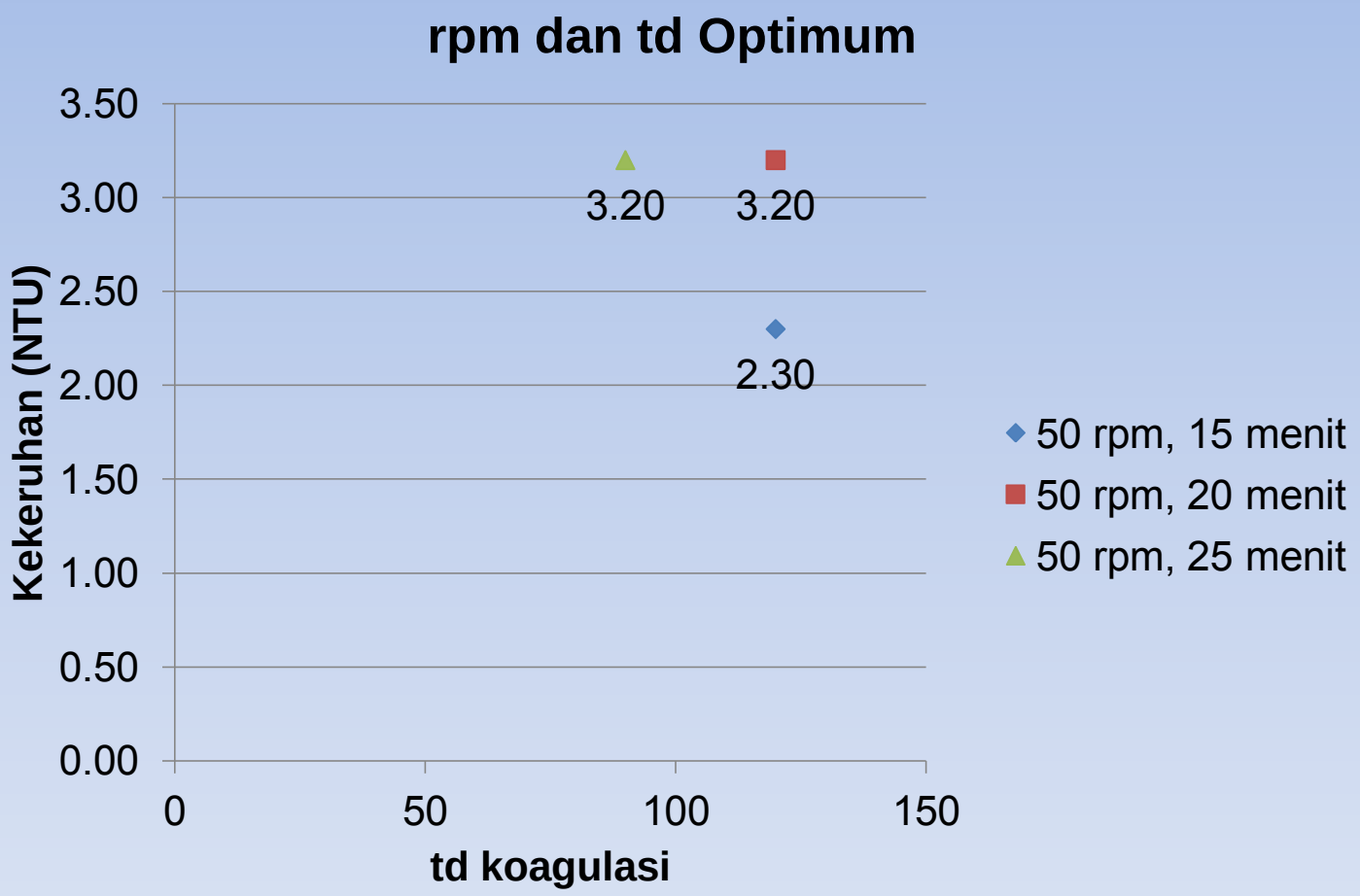


Kekeruhan Awal 30,4 NTU

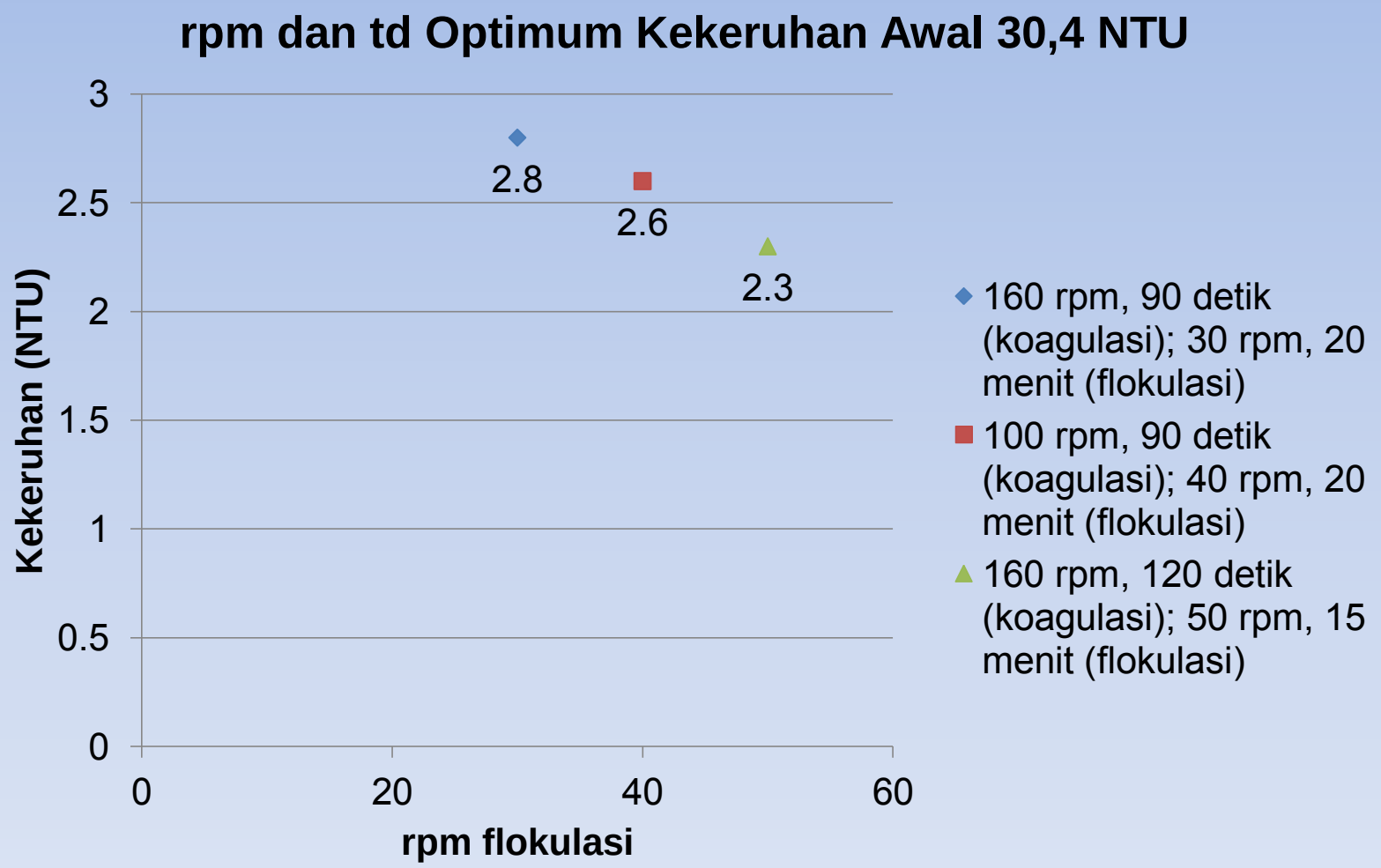
- Flokulasi: 50 rpm, 25 menit



Kekeruhan Awal 30,4 NTU



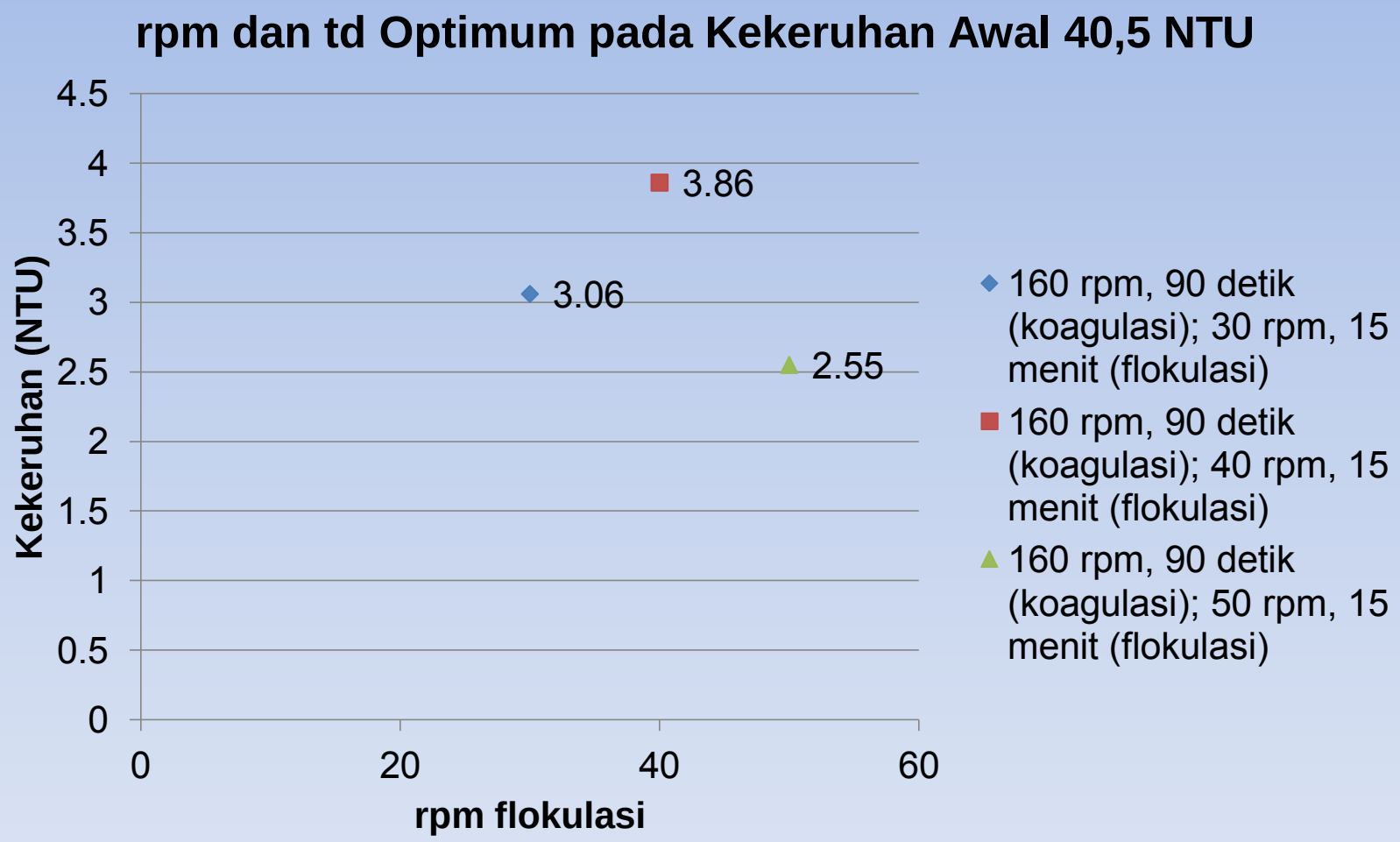
Kekeruhan Awal 30,4 NTU



Kekeruhan Awal 30,4 NTU

- Semakin lama pengadukan pada koagulasi, maka bahan kimia yang dibubuhkan akan terdispersi secara merata ke dalam air dan jika kecepatan semakin cepat, maka tumbukan antar partikel semakin besar, dan akibatnya flok-flok yang dihasilkan semakin banyak.

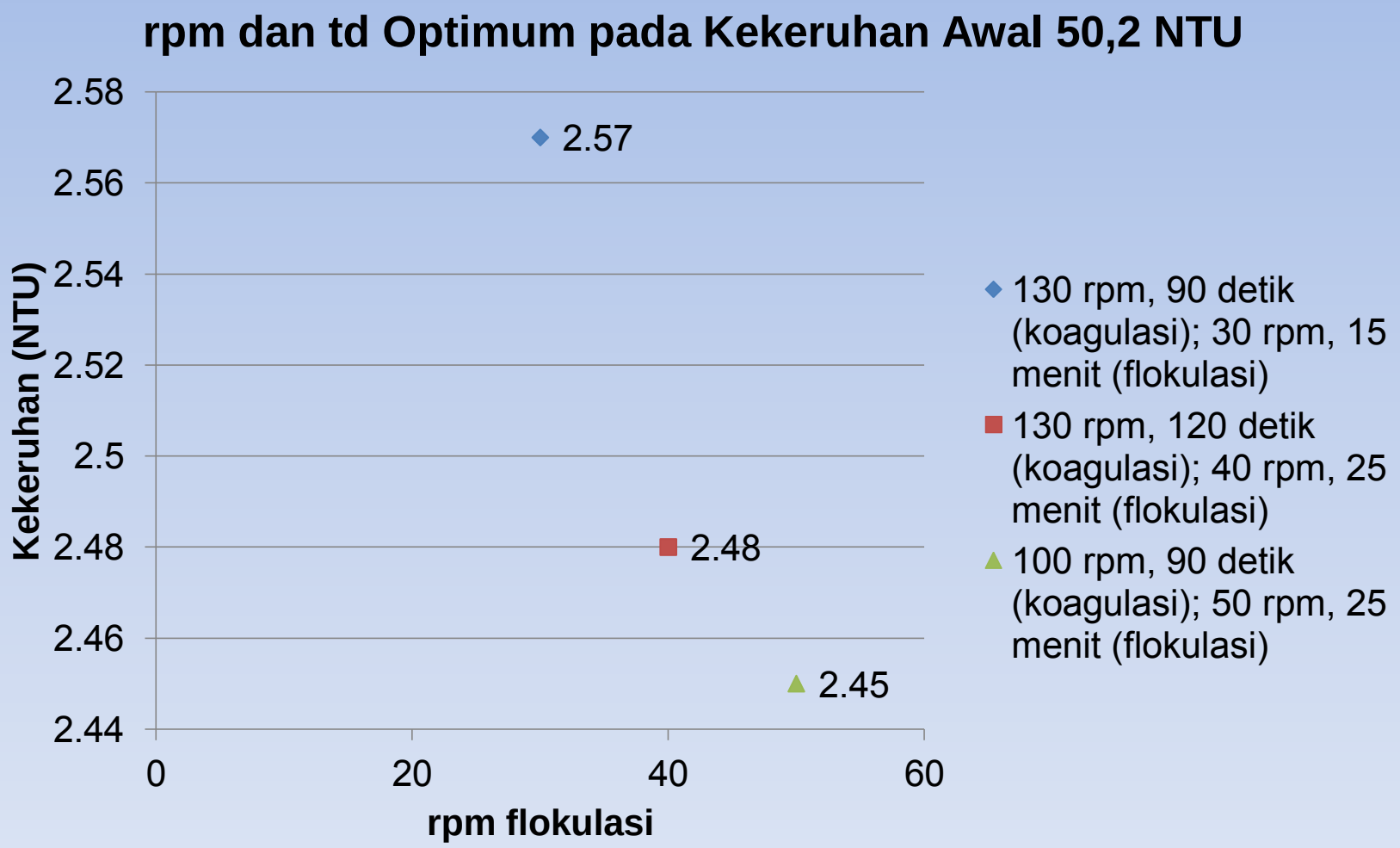
Kekeruhan Awal 40,5 NTU



Kekeruhan Awal 40,5 NTU

- Kecepatan pengadukan pada kekeruhan ini merupakan kecepatan yang paling cepat karena kecepatan pengadukan semakin cepat, maka jumlah tumbukan antar partikel koloid akan semakin besar, sehingga makin banyak flok yang terbentuk dan mengendap, serta hasil kekeruhan akhir yang dihasilkan rendah.

Kekeruhan Awal 50,2 NTU



Kekeruhan Awal 50,2 NTU

- Kecepatan pengadukan 100 rpm: karena jarak antar partikel koloid berdekatan dan bahan kimia yang dibubuhkan telah tercampur rata, sehingga dihasilkan tumbukan antar partikel koloid yang banyak.

Pengecekan dengan *Polyacrylamide*

Bahan Kimia	Kekeruhan Akhir (NTU)	pH
Kekeruhan Awal 30,4 NTU		
alum + *polyDADMAC*	2.30	7.24
alum + *polyacrylamide*	4.88	7.51
Kekeruhan Awal 40,5 NTU		
alum + *polyDADMAC*	2.55	7.42
alum + *polyacrylamide*	2.56	7.28
Kekeruhan Awal 50,2 NTU		
alum + *polyDADMAC*	2.45	7.13
alum + *polyacrylamide*	2.02	7.24

Pengecekan dengan *Polyacrylamide*

- Untuk kekeruhan 30,4 NTU dan 40,5 NTU menghasilkan kekeruhan yang tinggi dibanding alum + *polyDADMAC* karena :

1. *PolyDADMAC* = jenis polimer kationik→ adsorbsi muatan negatif lebih besar
2. *Polyacrylamide* berfungsi sebagai jembatan, sedangkan kekeruhan 30,4 NTU dan 40,5 NTU adalah kekeruhan rendah, dosis yang diperlukan tinggi karena jarak antara partikel berjauhan

Pengecekan dengan *Polyacrylamide*

- Untuk kekeruhan 50,2 NTU menghasilkan kekeruhan yang rendah dibanding alum + *polyDADMAC* karena :

1. *Polyacrylamide* berfungsi sebagai jembatan, sedangkan kekeruhan 50,2 NTU adalah kekeruhan tinggi, dosis yang diperlukan rendah karena jarak antara partikel berdekatan
2. *PolyDADMAC* punya berat molekul rendah

Analisis Pengeluaran Biaya

- 1. Menggunakan Alum dan *PolyDADMAC*

Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis alum (ppm)	Dosis *polyDADMAC* (ppm)	Harga alum per kg	Harga *polyDADMAC* per kg	Total Biaya per bulan
30,4	30	0,2	Rp 5.000	Rp 12.000	Rp 691.286.400
40,5	30	0,2			Rp 691.286.400
50,2	50	0,2			Rp 1.144.886.400

Analisis Pengeluaran Biaya

2. Menggunakan Alum dan *Polyacrylamide*

Kekeruhan Awal (NTU)	Dosis alum (ppm)	Dosis *polyacrylamide* (ppm)	Harga alum per kg	Harga *polyacrylamide* per kg	Total Biaya per bulan
30,4	30	0,2	Rp 5.000	Rp 18.000	Rp 696.729.600
40,5	30	0,2			Rp 696.729.600
50,2	50	0,2			Rp 1.150.329.600

Rincian Biaya Energi yang Dikeluarkan

G (/detik)	P (watt)	P (kWh)	Biaya per kWH	Biaya
Koagulasi				
172	0.025	0.00002	Rp 1,496.33	Rp 2,653.19
254	0.054	0.00005		Rp 5,829.05
347	0.101	0.00010		Rp 10,867.45
Flokulasi				
28	0.001	0.000001	Rp 1,496.33	Rp 71.64
43	0.002	0.000002		Rp 169.80
61	0.003	0.000003		Rp 331.65

Rincian Biaya Energi yang Dikeluarkan untuk G dan td Optimal pada Masing – Masing Kekeruhan

G (/detik)	td (detik)	Biaya
Kekeruhan Awal 30,4 NTU		
347	120	Rp 10,867.45
61	900	Rp 331.65
Total		**Rp 11,199.10**
Kekeruhan Awal 40,5 NTU		
347	90	Rp 10,867.45
61	900	Rp 331.65
Total		**Rp 11,199.10**
Kekeruhan Awal 50,2 NTU		
172	90	Rp 2,653.19
61	1500	Rp 331.65
Total		**Rp 2,984.83**

Total Biaya

Kekeruhan Awal (NTU)	Biaya Bahan Kimia	Biaya Energi	Total Biaya
30,4	Rp 691,286,400	Rp 11,199.10	Rp 691,297,599
40,5	Rp 691,286,400	Rp 11,199.10	Rp 691,297,599
50,2	Rp 1,144,886,400	Rp 2,984.83	Rp 1,144,889,385

KESIMPULAN

- Dosis optimum untuk kekeruhan awal 30,4 NTU dan 40,5 NTU adalah 30 ppm aluminium sulfat dan 0,2 ppm *superfloc*, dan kekeruhan awal 50,2 NTU adalah 50 ppm aluminium sulfat dan 0,2 ppm *superfloc*.
- G dan td koagulasi dan flokulasi kekeruhan awal 30,4 NTU: 347/detik selama 120 detik dan 61/detik selama 15 menit. Untuk kekeruhan awal 40,5 NTU: 347/detik selama 90 detik dan 61/detik dan 15 menit. Pada kekeruhan awal 50,2 NTU:172/detik selama 90 detik 61/detik selama 25 menit.

KESIMPULAN

- Pada kekeruhan awal 30,5 NTU dan 40,5 NTU, biaya yang dikeluarkan dalam skala laboratorium adalah Rp 691.297.599, sedangkan pada kekeruhan awal 50,2 NTU biaya yang dikeluarkan adalah Rp 1.144.889.385

SARAN

- Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk jenis polielektrolit lain dengan harga yang lebih murah.
- Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk beberapa variasi gradien kecepatan (G) dan lama pengadukan (td) dengan rentang nilai yang kecil.
- Sebaiknya PDAM melakukan optimalisasi dosis bahan kimia yang digunakan pada musim kemarau

Sekian
dan
Terimakasih