

PENGARUH TEGANGAN LISTRIK TERHADAP PERFORMA POMPA

Nazaruddin, Yuliani

Dosen Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

Corresponding author : nazaruddin_sai@yahoo.com

Abstrak

Penelitian dilakukan untuk menganalisa karakteristik pompa sentrifugal dengan menggunakan metoda variasi putaran yang berasal dari variasi tegangan listrik yang divariasikan dengan *contact voltage regulator*. Untuk mengetahui daya poros pada setiap tegangan, maka di terapkan metode pembebanan pada poros pompa dengan menggunakan rem tromol yang terpasang pada poros pompa. Dari percobaan variasi tegangan listrik yang diberikan pada pompa mulai dari tegangan maksimum 220 volt sampai 100 volt, dari percobaan menunjukkan adanya variasi putaran yaitu mulai dari 2849 rpm sampai 1436 rpm serta perubahan debit aliran air mulai 1.71 m³/hr sampai 0.783 m³/hr. Dari percobaan dibuktikan bahwa tegangan listrik dalam hal ini pengaruhnya terhadap putaran motor pompa memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik pompa yang akan di pilih. Karakteristik dari pompa seperti total head, pressure, debit aliran, daya air serta efisiensi dan kinerja pompa, sangat di tentukan oleh putaran pompa serta tegangan.

kata kunci : *karakteristik pompa, variasi tegangan*

PENDAHULUAN

Ide eksperimen muncul tatkala melakukan praktikum alat peraga Governor. Governor merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai regulator, atau sebagai pengatur kecepatan pada suatu permesinan. Ketika variasi beban bekerja, atau ketika beban mesin meningkat, maka kecepatan nya juga meningkat, oleh karena itu sangatlah perlu untuk menaikkan atau meningkatkan jumlah suplai fluida kerja. Dengan kata lain, ketika beban engine menurun atau berkurang dan fluida kerja yang sedikit juga akan terjadi. Governor secara otomatis mengontrol suplai dari fluida kerja ke mesin dengan kondisi variasi beban dan menjaga kecepatan rata-rata mesin tersebut pada batas tertentu (Rahmad N, 1998).

Alat uji rugi-rugi aliran menggunakan sebuah pompa untuk pengujiannya. Salah satu gangguan pada aliran yang menggunakan pipa adalah kehilangan energi akibat gesekan dan adanya perubahan arah, perubahan penampang serta gangguan-gangguan lain yang mengganggu aliran normal serta adanya perubahan serta naik turunnya tegangan listrik yang berasal dari PLN. Hal ini diduga menyebabkan energi aliran air semakin lemah dan mengecil.

Penelitian dilakukan untuk menganalisa karakteristik pompa sentrifugal dengan menggunakan *tachometer* pada rangkaian pompa dengan menggunakan metoda variasi putaran yang berasal dari variasi tegangan listrik yang divariasikan dengan *contact voltage regulator*. Sistem variasi tegangan listrik untuk mengetahui debit aliran air, efisiensi pompa, daya air, serta memeriksa keabsahan dan validitas pompa dengan beberapa percobaan. Untuk mengetahui daya poros pada setiap tegangan, maka di terapkan metode pembebanan pada poros pompa dengan menggunakan rem tromol yang terpasang pada poros pompa.

Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Melakukan variasi tegangan listrik terhadap kinerja pompa.
2. Mengetahui seberapa besar pengaruh daya poros terhadap daya air yang keluar dari pompa akibat variasi tegangan listrik.

Pengujian terkait yang pernah dilakukan adalah Analisa efisiensi motor kapasitor sebagai penggerak alat uji rugi-rugi aliran fluida (Yolnasdi, 2017). Analisa dilakukan dengan cara melaksanakan pengujian berbeban pada motor dengan pembebanan bervariasi, dari hasil

pegujian didapat pembebanan yang paling baik pada saat pembebanan 100%.

Daya Poros Pompa

Daya pompa didefinisikan sebagai perkalian antara torsi dengan putaran poros pompa. Daya pompa dapat dihitung dengan menggunakan (Sularso, 2004)

$$P = T \cdot \left(\frac{2\pi}{60} \right) \cdot n \quad (1)$$

Dimana :

P = Daya motor pompa (kw)

T = Torsi (J/s)

n = Putaran pompa (rpm)

Torsi Pompa

Torsi pompa dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = F \cdot r \quad (2)$$

Dimana :

F = Gaya (Newton)

r = Jari-jari Tromol rem (m)

Debit Aliran

Jumlah air yang mengalir setiap satuan waktu melalui sebuah penampang pipa atau kanal disebut dengan debit aliran. Sesuai dengan hukum kontinuitas, maka debit aliran dapat dicari dengan rumus (Sularso, 2004):

$$V = \frac{Q}{A} \quad (3)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m³/s)

a = Luas penm pipa (m²)

v = Kecepatan rata-rata fluida di dalam pipa (m/s)

Daya Air

Daya air yaitu energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu. Daya air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Sularso, 2004) yaitu

$$P_w = p \times Q \quad (4)$$

Dimana :

Pw = Daya air (kgm/s)

p = Tekanan Absolut(kg/cm²)

Q = Kapasitas aliran (m³/s)

METODE PENELITIAN

Pompa sentrifugal yang digunakan sebagai alat uji rugi-rugi aliran merupakan serangkaian pipa dan perlengkapannya yang digunakan dilaboratorium.



Gambar 1. Alat Uji rugi-rugi aliran

Data Analisa

Penelitian ini adalah pengembangan dari (Frengky S, 2010) dengan menggunakan metode penelitian jenis eksperimen. Eksperimen yang dilakukan yaitu mengadakan percobaan tentang putaran terhadap kinerja pompa sentrifugal satu tingkat/single stage.

Pola pendekatan yang diambil ialah dengan *One Shot Model* dimana pendekatan hanya menggunakan satu kali pengumpulan data. Data tersebut diambil dari proses penelitian terhadap pompa dengan model SHIMIZU Model: PS- 121 BIT. Alat uji yang digunakan pada penelitian ini antara lain *Pressure Gauge*, *Thermometer*, *Flow Meter*, *Tachometer*, *Stop Watch*, Multitester dan *Voltage Regulator*.

Variabel Penelitian

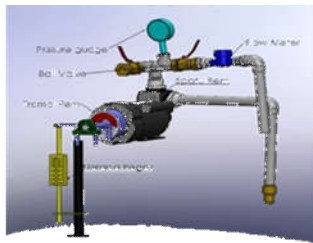
1. Variabel Terikat. Variabel terikat pada penelitian ini ialah kinerja pompa sentrifugal, pipa, dan aksesorisnya,
2. Variabel Bebas. Variabel bebas pada penelitian ini ialah debit aliran air dan suhu air, pola aliran, dan tekanan air, gaya gesek pada tromol,
3. Variabel kontrol. Variabel kontrol pada penelitian ini ialah putaran pompa.



Gambar 2. Pompa yang akan diuji

Dynamo Brake

Selain pengaturan tegangan listrik. Metode pengujian yang akan dilakukan seperti yang dijelaskan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. Dinamo brake pengujian daya poros pompa

Poros yang digunakan untuk mengerakkan impeler pompa merupakan satu poros yang sama dengan poros motor penggerak. Untuk mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan pompa maka pada poros pompa ditambahkan suatu mekanisme tromol rem seperti yang diperlihatkan pada gambar yang bekerja secara konstan dengan poros pompa. Penambahan mekanisme tromol rem nantinya akan bergesekan dengan sepatu rem dengan material *asbestos* dengan nilai $\mu_{ges} = 0,3$ sesuai dengan beban yang diberikan dari adanya gaya gesek tersebut diharapkan dapat mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan pompa (Frengky S, 2010) :

$$F_{gesek} = \frac{L_1}{L_0} \cdot F \cdot \mu_{gesek} \quad (5)$$

Torsi yang terjadi adalah :

$$T = F_{gesek} \cdot r \quad (6)$$

Dimana :

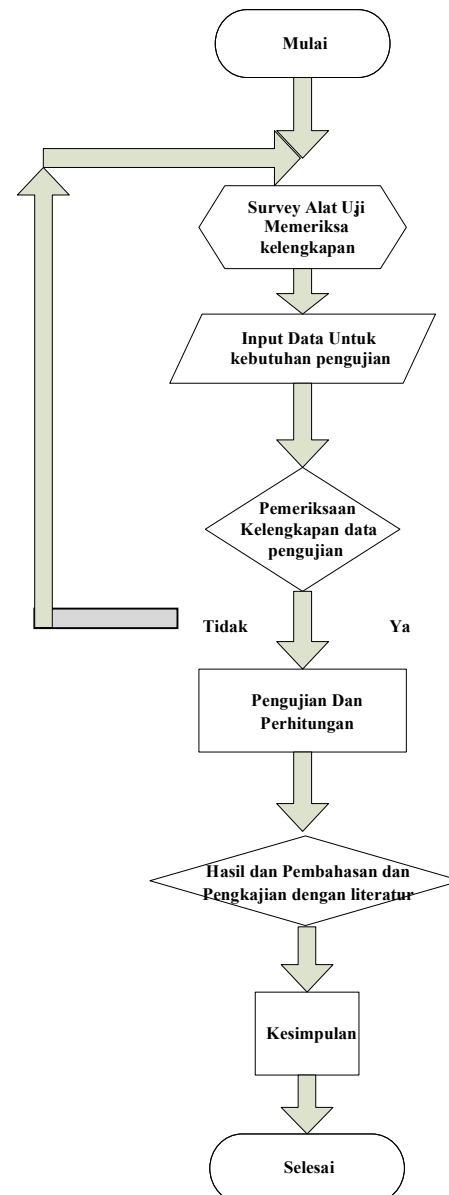
F = Gaya (N)

r = Jari-jari tromol rem (m)

L_0 = $\frac{1}{2}$ Panjang tangkai tromol (m)

L_1 = Panjang tangkai penekan (m)

Diagram Alir Penelitian ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Pengambilan data ini dilakukan dengan cara mengukur putaran motor, Debit aliran serta Tekanan fluida. Setelah serangkaian proses pengujian di atas telah dilakukan, maka didapat hasil seperti tabel dibawah:

Dimana :

V = Tegangan yang diberikan atau yang di terima motor pompa (Volt)

n = Putaran yang terjadi pada motor pompa (rpm)

Q = Debit air yang terjadi pada fluida (m³/hr)

F = Gaya yang diberikan

Untuk menghentikan putaran motor (N)

P = Tekanan pada fluida kerja (kg/cm²)

Pada penelitian ini, pengukuran setiap parameter pada tabel dilakukan dengan beberapa bantuan alat. Untuk mengukur tegangan yang diatur oleh *contact voltage regulator*, digunakan multimeter. Sedangkan mengukur putaran pada motor listrik, digunakan *tachometer*. Dan untuk mengukur debit aliran serta tekanan, maka digunakan *flow meter* dan *pressure gauge*.

a. Menghitung Kecepatan Aliran

Seperti diketahui bahwasanya penelitian ini memfokuskan pada kinerja pompa dengan variasi putaran sebagai variable bebas, maka debit aliran pun akan bervariasi. Untuk putaran maksimum yaitu 2901 rpm dan debit air nya 0.171 m³/hr, maka di dapat kecepatan aliran pada pipa DN 25 dan DN 20 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian pompa

V	n	m	F	Q	P
Volt	rpm	kg	N	m ³ /hr	Kg/cm ²
220	2848	1,7	16,667	1,714	0,60
200	2837	1,5	14,715	1,614	0,57
180	2808	1,2	11,772	1,636	0,55
160	2741	1,0	9,810	1,558	0,52
140	2612	0,8	7,848	1,494	0,45
120	2309	0,5	4,905	1,268	0,25
100	1456	0,2	1,962	0,783	0,10

Tanda **plot merah** menunjukkan pada saat pengujian pompa bergetar.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Dimana :

Q = Debit aliran = 1.71 m³/hr

V = Kecepatan aliran(m/s)

A = Luas penampang (m²)

Pada pipa DN 25, *Inside diameter* pipa adalah 26.6 mm = 0.0266 m,

Maka :

$$V = \frac{1,71 \text{ m}^3/\text{hr}}{0,785 \cdot (0,0266\text{m})^2}$$

$$= \frac{1,71 \text{ m}^3/\text{hr}}{0,00055\text{m}^2} = 3086,6 \text{ m/hr} = 0,86 \text{ m/s}$$

Pada pipa DN 20, *inside diameter* pipa adalah 23.36 mm = 0.02336 m, maka:

$$V = \frac{1,71 \text{ m}^3/\text{hr}}{0,785 \cdot (0,0233\text{m})^2}$$

$$= \frac{1,71 \text{ m}^3/\text{hr}}{0,00043\text{m}^2} = 3976,7 \text{ m/hr} = 1,107 \text{ m/s}$$

Berikut nilai kecepatan aliran berdasarkan analisa perhitungan yang terlihat pada tabel

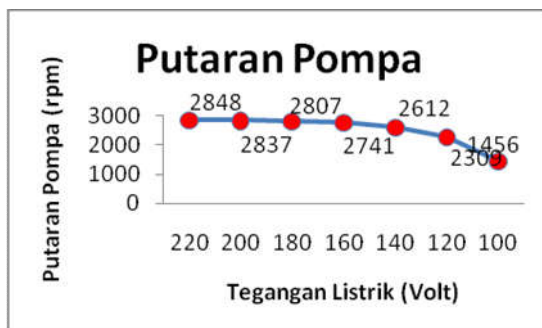
Tabel 2. Kecepatan aliran berdasarkan perhitungan

V	n	P	Q	V (m/s)	
Volt	rpm	Kg/cm ²	m ³ /hr	DN25	DN20
220	2848	0,60	1,714	0,860	1,107
200	2837	0,57	1,614	0,809	1,043
180	2808	0,55	1,636	0,820	1,057
160	2741	0,52	1,558	0,781	1,007
140	2612	0,45	1,494	0,749	0,965
120	2309	0,25	1,268	0,636	0,819

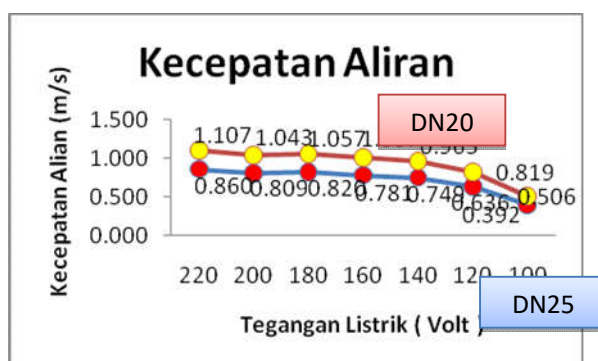
100	1456	0,10	0,783	0,392	0,506
-----	------	------	-------	-------	-------

sehingga didapat bahwa putaran pompa dan kecepatan aliran akan semakin menurun dengan

meningkatnya tegangan listrik seperti yang terlihat pada gambar 5. dan 6.



Gambar 5. Grafik Putaran pompa terhadap variasi tegangan listrik



Gambar 6. Grafik Kecepatan aliran vs variasi tegangan listrik

Perhitungan Daya Pompa

Dari hasil perhitungan rugi-rugi aliran yang terjadi disepanjang instalasi pemipaan maka daya pompa yang dibutuhkan dalam pembuatan alat uji rugi-rugi aliran ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$P_w = p_{Abs} \times Q$$

Dimana:

$$P_w = \text{Daya pompa (Kw)}.$$

$$P_{Abs} = \text{Tekanan fluida (kg/cm}^2\text{)}$$

$$= P_{gauge} + P_{Atm} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$P_{Atm} = 1.03 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Frank.M. White, 1998)}$$

$$Q = \text{Debit aliran} = 0.00048 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Maka,

$$P_w = (0,6+1,03) \text{ kg/cm}^2 \cdot 0,00048 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 7,8 \text{ kg.m/s} = 76,1 \text{ Watt}$$

Berikut Daya air berdasarkan putaran.

Tabel 3. Daya air berdasarkan putaran pompa

V	n	g	P _{gauge}	P _{Atm}	Q	P _w
Volt	rpm	m/s ²	kg/cm ²		m ³ /s	Watt
220	2848	9.81	0.6	1.03	0.00048	76.1
200	2837	9.81	0.57	1.03	0.00045	70.4
180	2807	9.81	0.55	1.03	0.00045	70.4
160	2741	9.81	0.52	1.03	0.00043	65.8
140	2612	9.81	0.45	1.03	0.00042	60.3
120	2309	9.81	0.25	1.03	0.00035	44.2
100	1456	9.81	0.1	1.03	0.00022	24.1

Torsi Pompa

Untuk menentukan besarnya daya poros pompa dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = F_{\text{gesek}} \times r$$

Untuk menghitung besarnya torsi pompa dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode sistim pembebanan. Dimana untuk setiap tegangan, poros pompa diberikan beban pada rem tromol, hingga pompa berhenti. Setelah di uji, maka beban yang harus di berikan hingga pompa berhenti yaitu 1.7 kg

$$F_{\text{ges}} = \frac{Ll}{Lo} \times F \times \mu_{\text{ges}}$$

Dimana besarnya gaya (F) pada beban 1.7 kg, yang terjadi adalah :

$$1.7 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 16.677 \text{ N},$$

μ_{ges} spatu rem adalah 0,3, maka,

$$F_{\text{ges}} = \frac{0.8}{0.4} \times 16.677 \times 0.3 = 10.06 \text{ N}$$

Dari besarnya gaya gesek yang ditimbulkan maka torsi yang terjadi pada pompa adalah :

$$T = 10.06 \text{ N} \times 0.035 \text{ m}$$

$$T = 0.35 \text{ Nm}$$

Dimana jari-jari tromol rem adalah 35 mm = 0,035 m

Tabel 4. Torsi poros pompa untuk setiap tegangan listrik

V	n	m	g	F	Q	r	F _{gesek}	Torsi
Volt	rpm	kg	m/s ²	N	m ³ /hr	m	N	Nm
220	2848	1.7	9.81	16.677	1.714	0.035	10.006	0.350
200	2837	1.6	9.81	15.696	1.614	0.035	9.418	0.330
180	2807	1.4	9.81	13.734	1.636	0.035	8.240	0.288
160	2741	1.2	9.81	11.772	1.558	0.035	7.063	0.247
140	2612	1	9.81	9.81	1.494	0.035	5.886	0.206
120	2309	0.7	9.81	6.867	1.268	0.035	4.120	0.144
100	1456	0.6	9.81	5.886	0.783	0.035	3.532	0.124

Daya Poros

Daya pompa didefinisikan sebagai perkalian antara torsi dengan putaran poros pompa. Daya pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P = T \times \frac{2\pi n}{60}$$

$$P = 0.31 \text{ Nm} \times 298 = 104.396 \text{ Watt}$$

Berikut perhitungan daya poros untuk variasi putaran yang terjadi ditampilkan pada Tabel.5 :

Tabel 5. Daya poros berdasarkan variasi tegangan

V	n	m	g	F	Q	r	F _{gesek}	Torsi	ω	P
Volt	rpm	kg	m/s ²	N	m ³ /hr	m	N	Nm	rad/s	Watt
220	2848	1.7	9.81	16.677	1.714	0.035	10.006	0.350	298.091	104.396
200	2837	1.6	9.81	15.696	1.614	0.035	9.418	0.330	296.939	97.876
180	2807	1.4	9.81	13.734	1.636	0.035	8.240	0.288	293.799	84.736
160	2741	1.2	9.81	11.772	1.558	0.035	7.063	0.247	286.891	70.923
140	2612	1	9.81	9.81	1.494	0.035	5.886	0.206	273.389	56.321
120	2309	0.7	9.81	6.867	1.268	0.035	4.120	0.144	241.675	34.851
100	1456	0.6	9.81	5.886	0.783	0.035	3.532	0.124	152.395	18.837

2. Pembahasan Hasil

Dari percobaan variasi tegangan listrik yang diberikan pada pompa mulai dari tegangan maksimum 220 volt sampai 100 volt, dari percobaan menunjukkan adanya variasi putaran yaitu mulai dari 2849 rpm sampai 1436 rpm serta perubahan debit aliran air mulai 1.71 m³/hr sampai 0.783 m³/hr.

Percobaan yang dilakukan juga membuktikan tegangan listrik sangat mempengaruhi daya air yang terjadi mulai dari 76.1 Watt sampai 24.1 Watt. Dari percobaan yang dilakukan ditemukan bahwa tegangan listrik sangat berpengaruh pada kinerja pompa itu sendiri. Hal ini dapat di lihat dari parameter-parameter yang penulis tentukan seperti debit, kecepatan aliran, tekanan air berkurang drastis untuk perubahan tegangan listrik. Dan ini berbanding lurus terhadap perubahan pola aliran. Pola aliran yang di tandai dengan bilangan Reynold pada aliran juga semakin menurun yang artinya pola aliran menuju aliran laminar. Pengaruh aksesoris dan instalasi pemipaan juga sangat berpengaruh terhadap efisiensi pompa itu sendiri. Dapat dilihat, kinerja pompa yang ditandai dengan variasi tegangan listrik serta adanya instalasi pipa membuat efisiensi pompa turun. Hal ini sangat berpengaruh terhadap total head serta pressure fluida yang mengalir di dalam sepanjang aliran pipa tersebut. Semakin banyak aksesoris yang terpasang pada suatu jaringan perpipaan serta variasi tegangan listrik yang diberikan pada pompa, maka akan semakin besar pula hambatan yang akan dilalui fluida yang mengalir pada pipa tersebut. Dengan adanya instalasi perpipaan dan aksesorisnya diketahui air yang keluar dari pompa berbeda dengan yang keluar dari ujung pipa.

Dari percobaan dibuktikan bahwa tegangan listrik dalam hal ini pengaruhnya terhadap putaran motor pompa memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik pompa yang akan di pilih. Karakteristik dari pompa seperti total head, pressure, debit aliran, daya air serta efisiensi dan kinerja pompa, sangat di tentukan oleh putaran pompa serta tegangan.

KESIMPULAN

Dari analisa eksperimen karakteristik pompa sentrifugal dapat disimpulkan :

1. Dengan adanya variasi tegangan listrik, diketahui debit aliran semakin menurun. Variasi tegangan yang diberikan mulai dari 220 volt hingga 100 volt memberikan perubahan terhadap debit aliran yang semakin menurun. Mulai dari 1.714 m³/hr hingga 0.783 m³/hr,
2. Variasi tegangan listrik terhadap motor pompa memberikan variasi daya air yang diteruskan oleh poros pompa. Mulai dari 76.1 Watt hingga 24.1 Watt. Serta daya poros mulai dari 104.4 Watt hingga 18.5 Watt,
3. Pompa dengan spesifikasi yang ada, mampu melayani seluruh kebutuhan dengan system perpipaan yang di tentukan,

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, B. 2002. *Mekanika Fluida*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- White, F.M., Hariandja, M. 1998. *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Frengky S, 2010, Analisa Variasi Beban dan Putaran pada Pompa Sentrifugal, Teknik Mesin, STT Pekanbaru.

Rahmad N, 1998, Perencanaan, pembuatan dan pengujian alat peraga Governor, STT Pekanbaru

Sularso. 2004. *Pompa Dan Kompresor*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Yolnasdi, Ermawati, Halim, A. 2017. Analisa Efisiensi Kapasitor Sebagai Penggerak Alat Uji Rugi Rugi Aliran. *Jurnal Saintek Volume 5 Nomor 1 STTP*.