

SIDANG TUGAS AKHIR

Analisis Dual Inverter dengan Direct Torque Control (DTC) dan Hysteresis Band Pulse Width Modulation (HBPWM) pada Pengendalian Motor Induksi

Presented By:

Nama Mahasiswa :

Fadilah Apriliya Sari

Nomor Induk Mahasiswa :

04221054

Dosen Pembimbing 1 :

Andhika Giyantara, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 :

Riza Hadi Saputra, S.T., M.T.

Dosen Penguji 1 :

Risty Jayanti Yuniar, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 :

Happy Aprillia, S.ST., M.T., M.Eng., Ph.D.

LATAR BELAKANG

DEFINISI

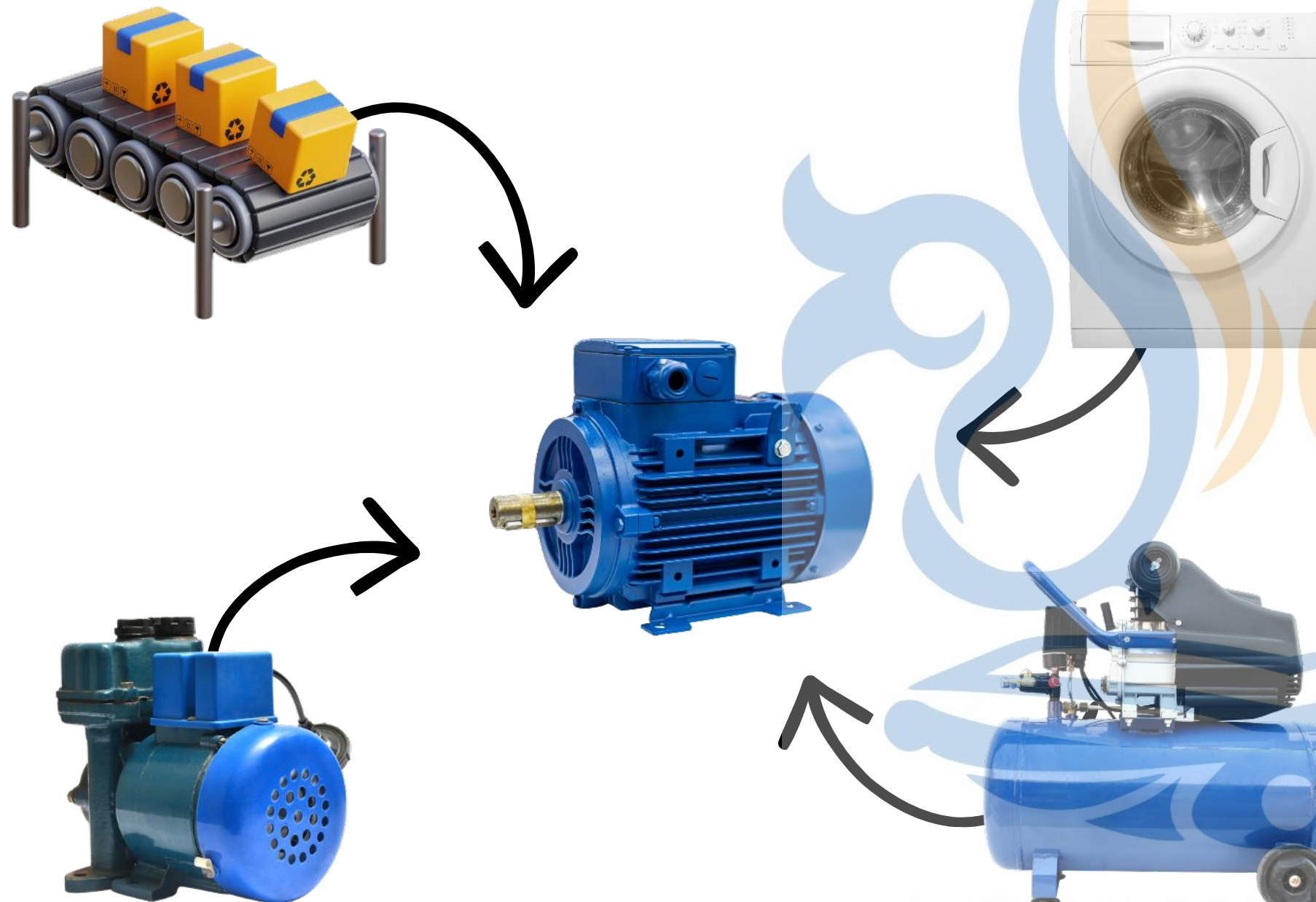
Motor induksi merupakan salah satu motor listrik yang banyak diterapkan pada aplikasi yang membutuhkan kontrol torsi dan kecepatan, seperti konveyor, kompresor, pompa air, dan mesin produksi.

KELEBIHAN

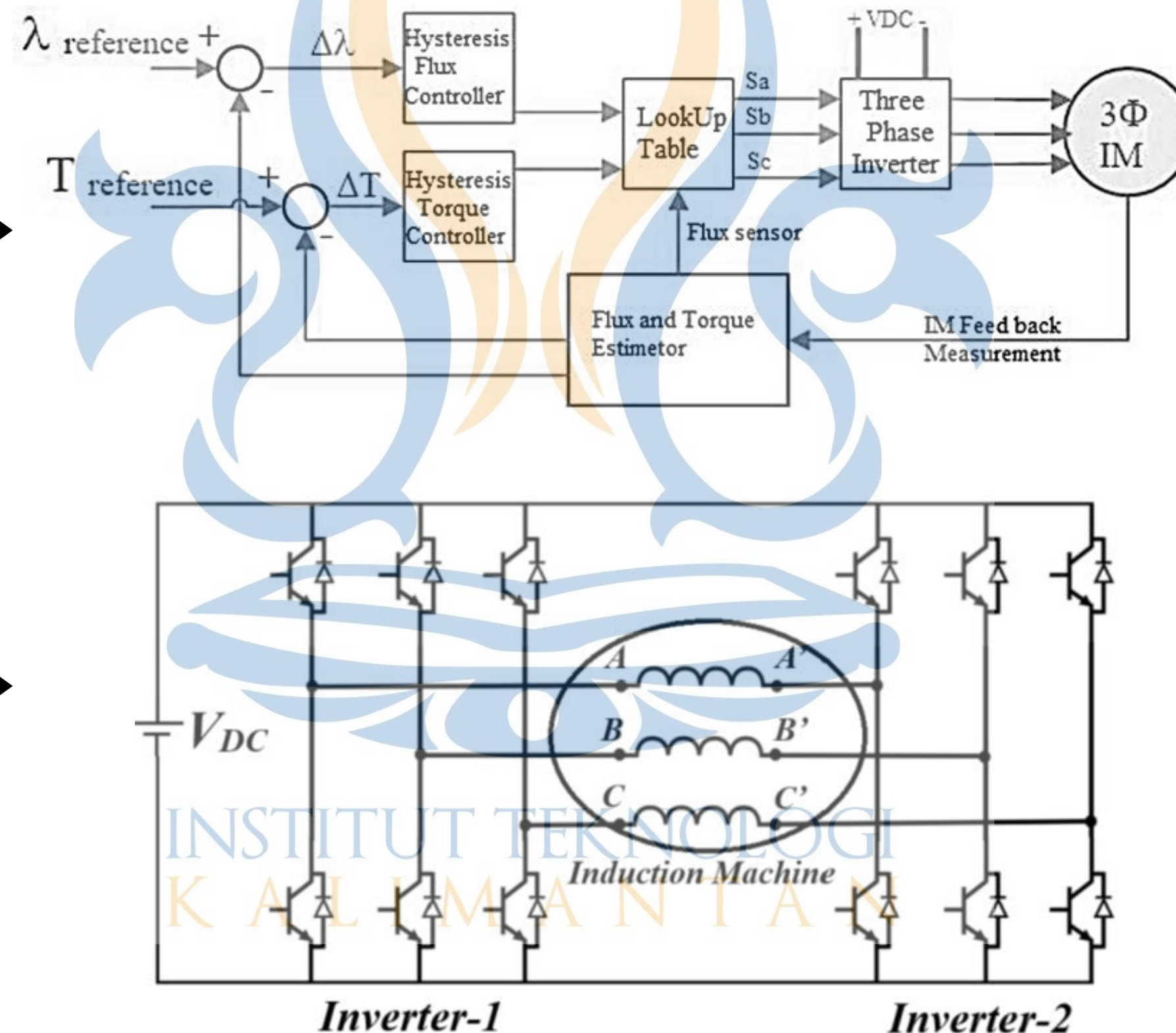
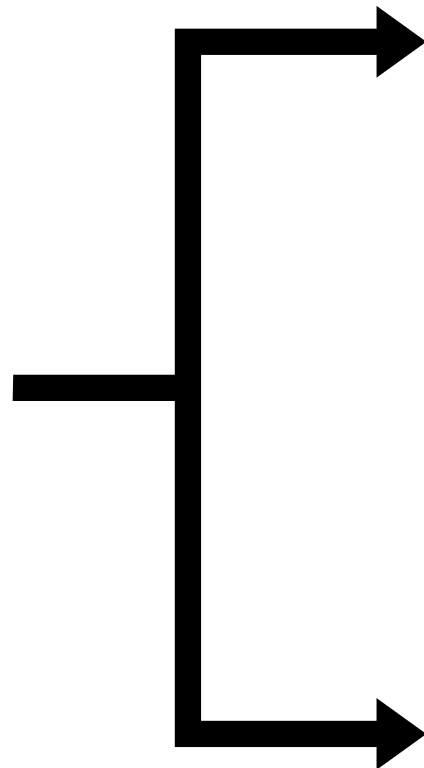
- Konstruksi Sederhana
- Biaya perawatan rendah
- Keandalan Tinggi

TANTANGAN

- Pengendalian torsi dan kecepatan pada kondisi beban berubah
- Fluktuasi fluks dan torsi memengaruhi kestabilan sistem
- Torque ripple yang dapat memengaruhi performa motor



LATAR BELAKANG



- **Direct Torque Control (DTC)** mampu mengendalikan torsi dan fluks secara langsung dengan respon cepat
- Kelemahan DTC konvensional adalah torque ripple yang relatif tinggi
- **Konfigurasi dual inverter** berpotensi menghasilkan tegangan dan arus yang lebih stabil
- Peningkatan kualitas tegangan dan arus dapat menurunkan torque ripple dan meningkatkan performa pengendalian motor induksi

RUMUSAN MASALAH PENELITIAN

» Rumusan Masalah 1

Bagaimana perancangan *Direct Torque Control* (DTC) pada pengendalian motor induksi tiga fasa?

» Rumusan Masalah 2

Bagaimana penerapan teknik *Hysteresis Band PWM* (HBPWM) sebagai teknik pensaklaran pada sistem *single inverter* dan *dual inverter*?

» Rumusan Masalah 3

Bagaimana karakteristik torsi elektromagnetik, arus stator, kecepatan rotor, dan respon transien pada konfigurasi *single inverter* dan *dual inverter* menggunakan metode DTC–HBPWM?

TUJUAN PENELITIAN



Tujuan 1

Merancang dan menganalisis pengendali *Direct Torque Control* (DTC) pada motor induksi tiga fasa.



Tujuan 2

Mengimplementasikan *Hysteresis Band PWM* (HBPWM) sebagai metode *switching* pada sistem *single inverter* dan dual inverter.



Tujuan 3

Menganalisis performa motor induksi pada sistem *single inverter* dan *dual inverter* menggunakan DTC–HBPWM berdasarkan parameter torsi, fluks, arus stator, kecepatan rotor, dan respon transien.

PERANCANGAN SISTEM

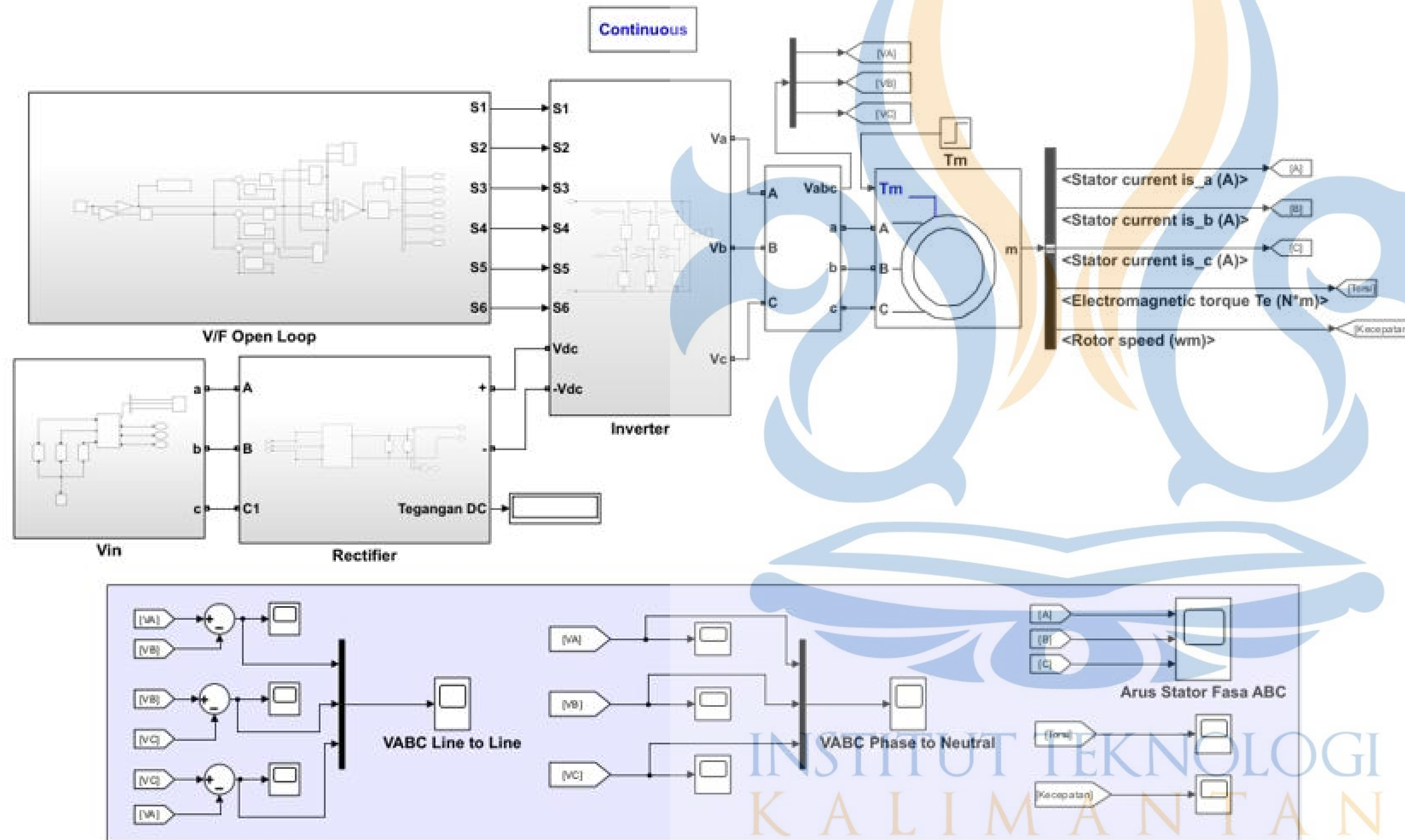
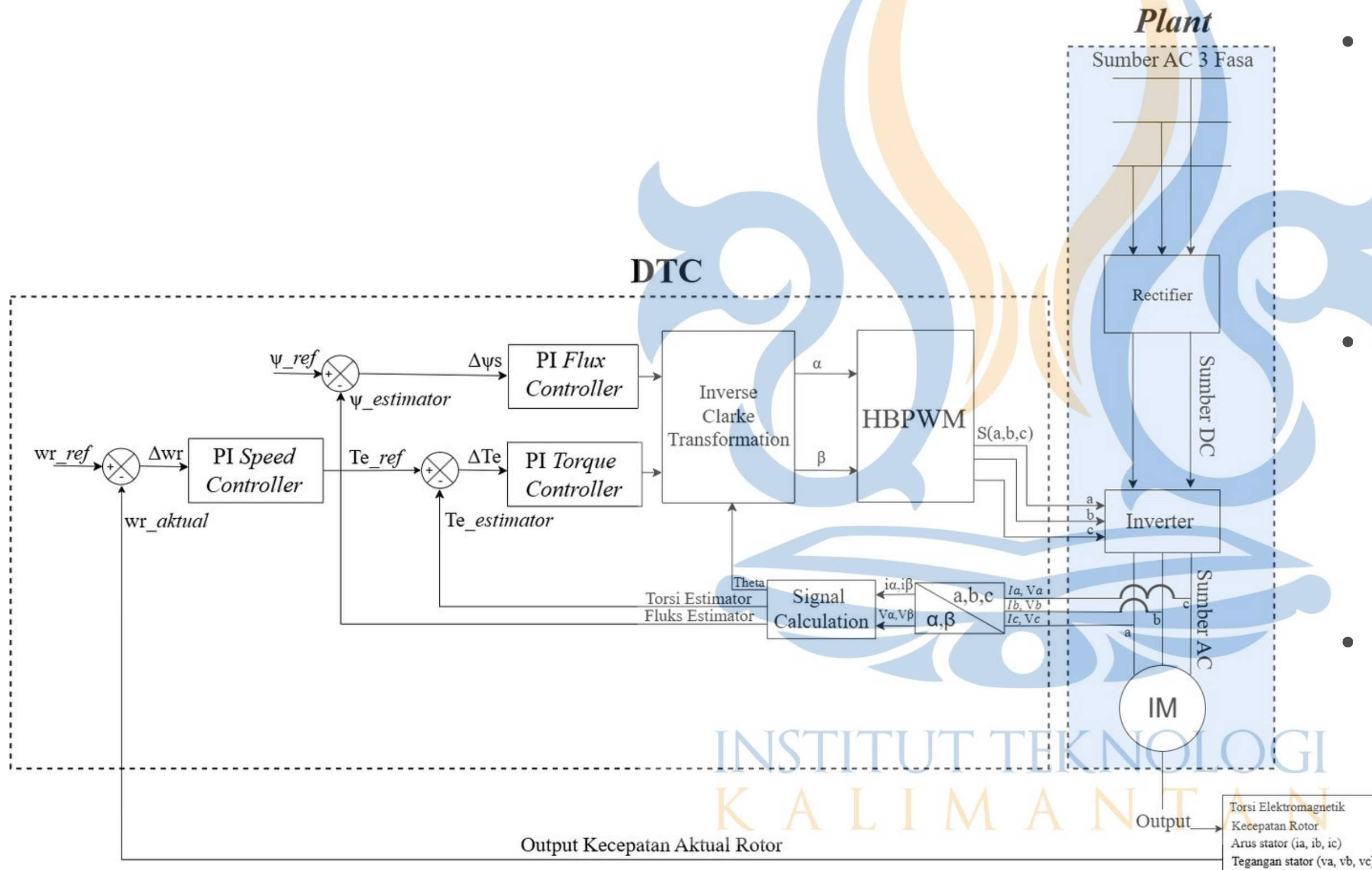


Diagram Blok VF *Single Inverter*

- Metode V/F mengatur kecepatan motor dengan menjaga rasio tegangan dan frekuensi (V/f) tetap sesuai karakteristik motor.
- Sinyal PWM digunakan untuk menghasilkan pensaklaran pada satu inverter sehingga tegangan DC dapat diubah menjadi tegangan AC tiga fasa untuk menggerakkan motor induksi.
- Karena tidak terdapat pengendalian torsi dan arus secara langsung, metode V/F memiliki respons terhadap perubahan beban yang lebih rendah

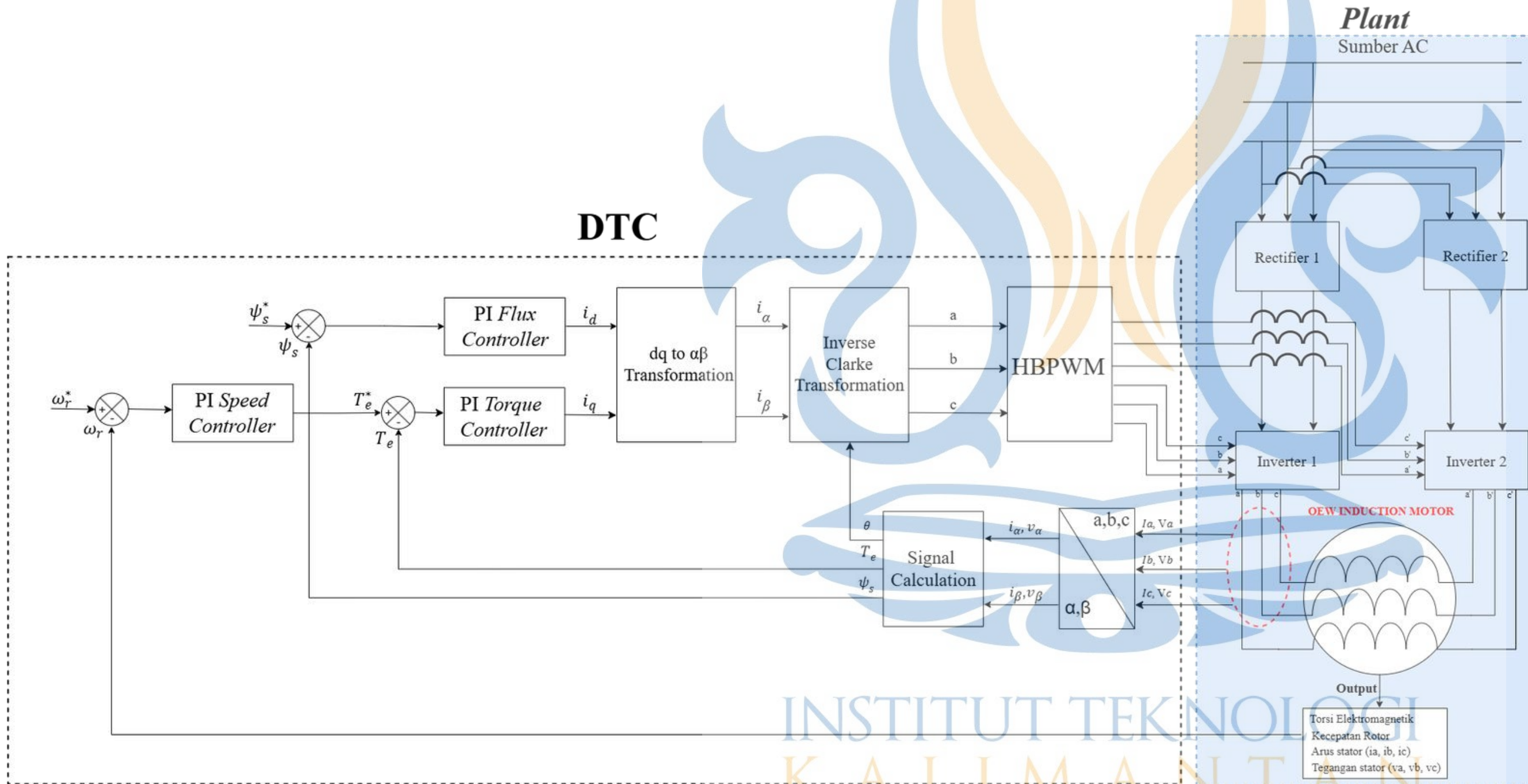
PERANCANGAN SISTEM



- *PI Speed Controller* menghasilkan referensi torsi (T^*e), kemudian *PI Flux* dan *Torque Controller* memproses *error* torsi dan fluks untuk menghasilkan arus referensi tiga fasa (i_a, i_b, i_c)
- HBPWM membandingkan arus aktual dan referensi dalam pita histeresis $\pm 0,25$ A untuk menghasilkan sinyal pensaklaran pada satu inverter, yang menghasilkan tegangan fasa stator secara langsung
- *Signal Calculation* mengestimasi fluks (ψ_s), torsi (T_e), dan sudut fluks (θ) secara *real-time* sebagai umpan balik ke seluruh *loop* kendali

Diagram Blok *Single Inverter*

PERANCANGAN SISTEM



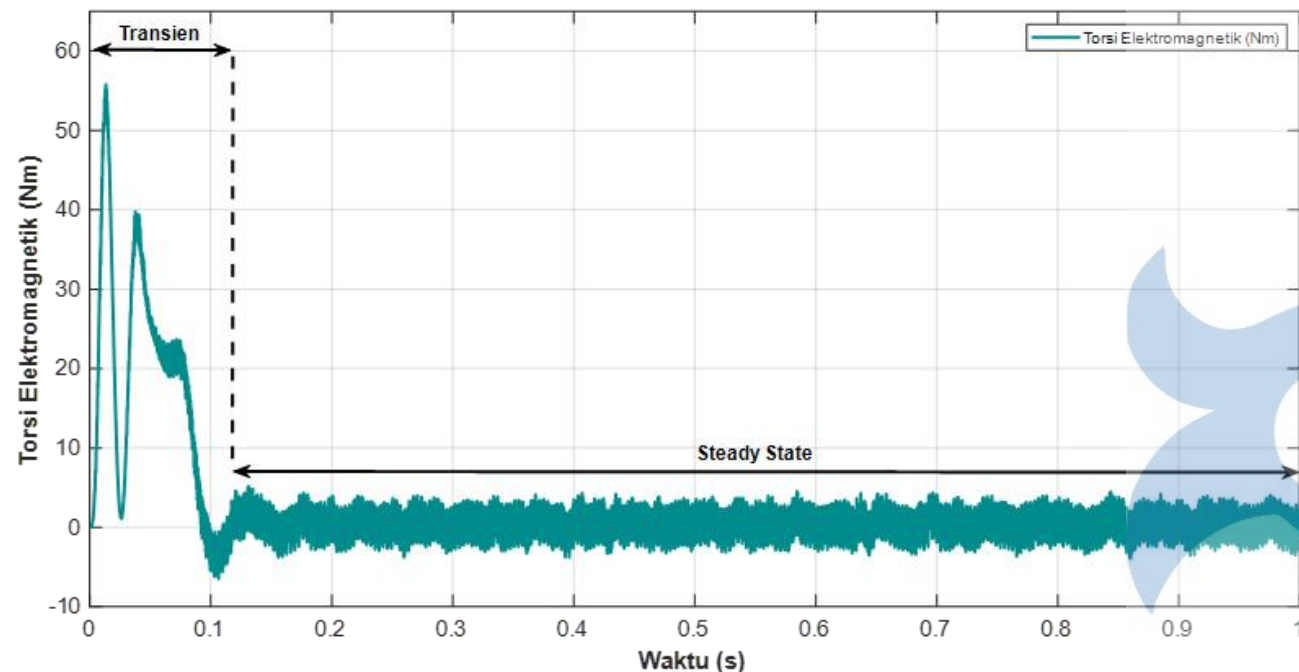
Blok Diagram Dual Inverter

- **PI Speed Controller** menghasilkan referensi torsi (T_e^*), kemudian **PI Flux** dan **Torque Controller** memproses *error* torsi dan fluks untuk menghasilkan arus referensi tiga fasa (i_a, i_b, i_c)
- **HBPWM** membandingkan arus aktual dan referensi dalam pita histeresis $\pm 0,25$ A untuk menghasilkan sinyal pensaklaran pada dua inverter secara independen, di mana tegangan fasa stator diperoleh dari selisih keluaran kedua inverter ($v_a = v_{a1} - v_{a2}$) sehingga menghasilkan lebih banyak level tegangan efektif.
- **Signal Calculation** mengestimasi fluks (ψ_s), torsi (T_e), dan sudut fluks (θ) secara *real-time* dari arus dan tegangan stator sebagai umpan balik ke seluruh *loop* kendali

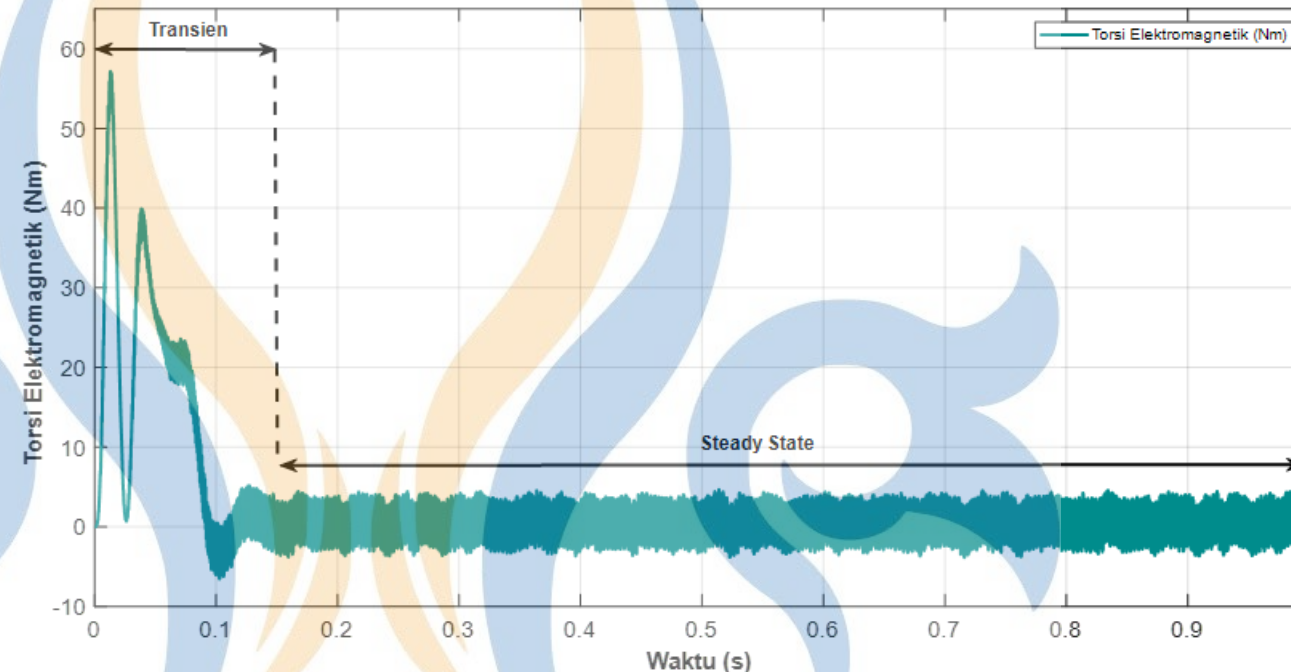
PARAMETER MOTOR

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Tegangan Rating	V_{LL}	400	V
Kecepatan Rating	n	1430	RPM
Frekuensi	f	50	Hz
Induktansi Rotor	L_r	0,005839	H
Induktansi Stator	L_s	0,005839	H
Koefisien Gesek	B	0,002985	N·m·s
Momen Inersia Motor	J	0,0131	Kg·m ²
Jumah Pole	n_p	2	-
Resistansi Rotor	R_r	1,395	Ω
Resistansi Stator	R_s	1,405	Ω

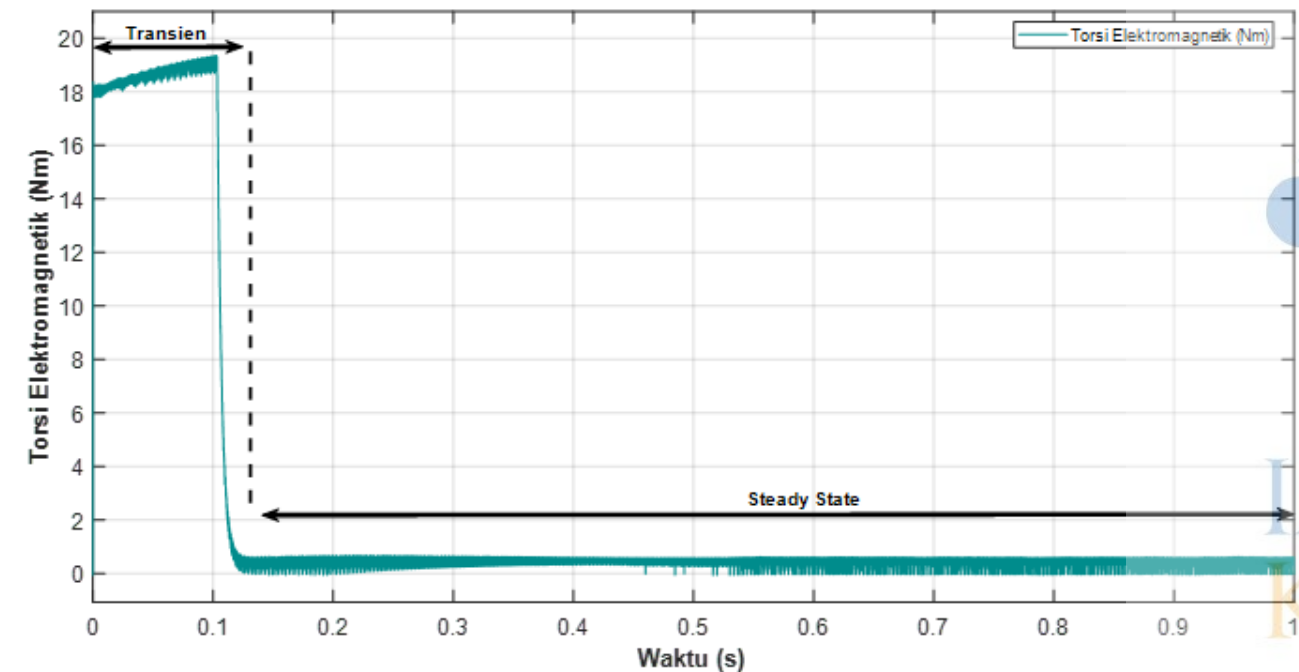
HASIL PENGUJIAN TORSI ELEKTROMAGNETIK



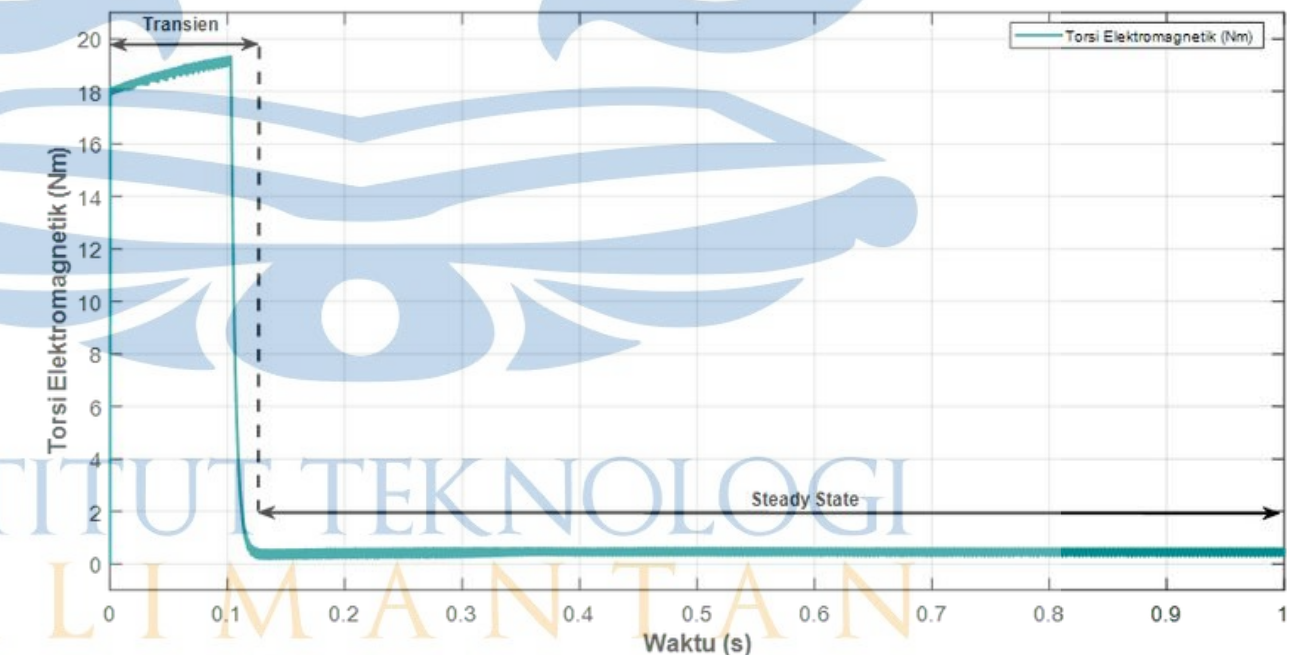
**Grafik Torsi Elektromagnetik Single Inverter VF
0 Nm**



**Grafik Torsi Elektromagnetik Dual Inverter VF
0 Nm**



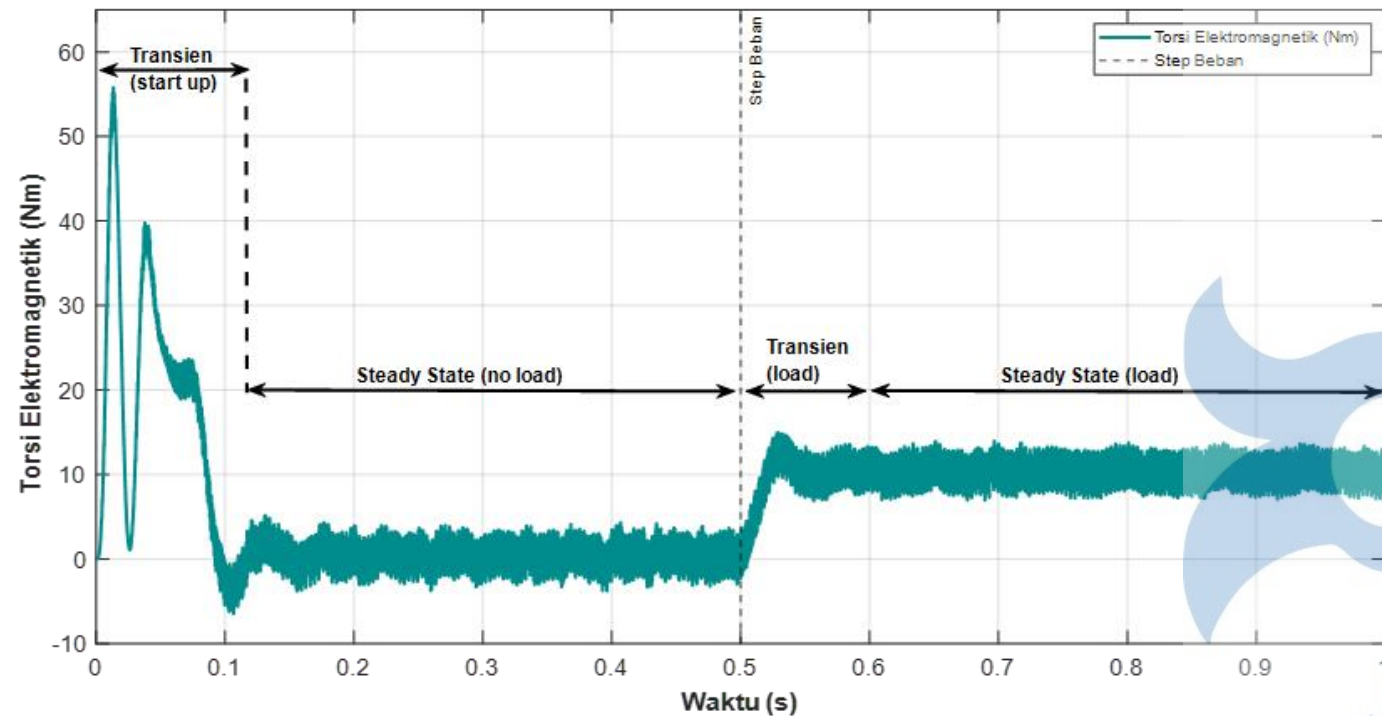
**Grafik Torsi Elektromagnetik Single Inverter DTC-
HBPWM 0 Nm**



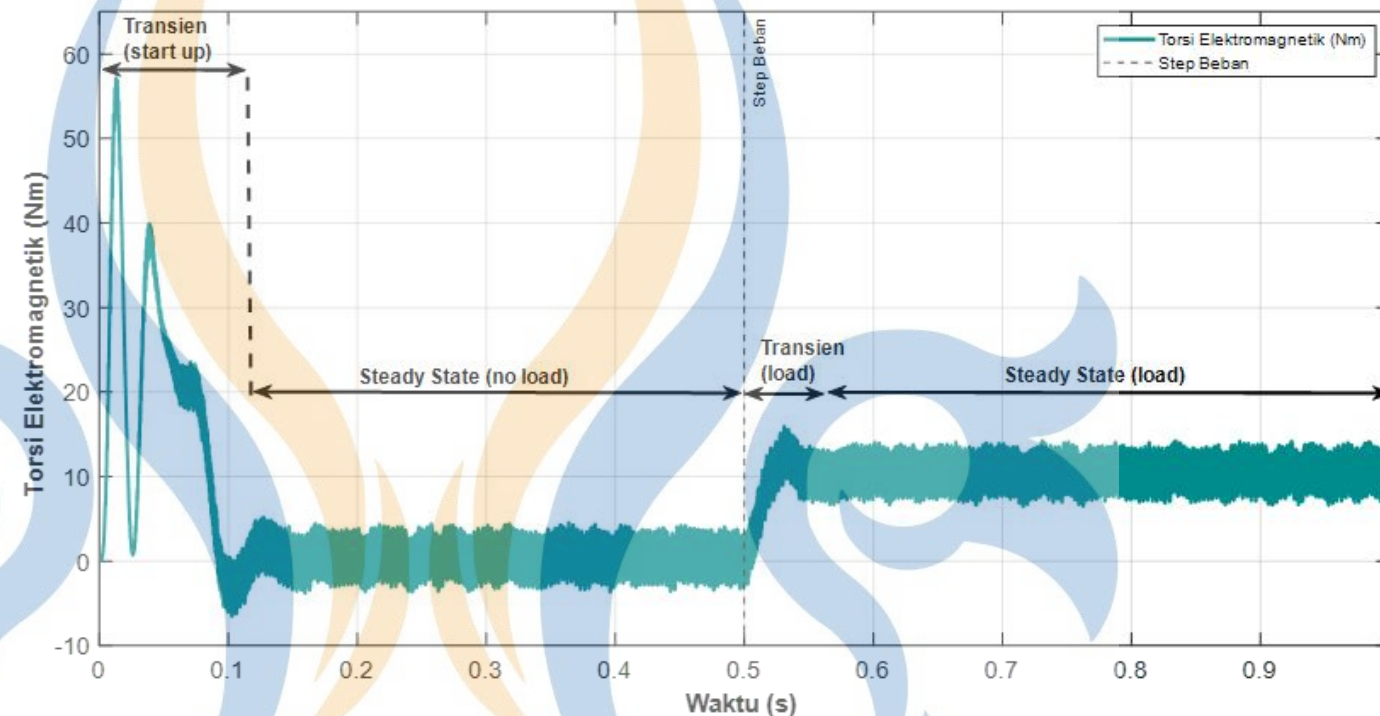
**Grafik Torsi Elektromagnetik Dual Inverter DTC-
HBPWM 0 Nm**

- Metode V/F single dan dual inverter menghasilkan fluktuasi torsi yang besar, karena pengendalian arus dan torsi tidak dilakukan secara langsung.
- DTC-HBPWM single inverter mampu mengurangi torque ripple, karena arus stator dikendalikan dalam pita histeresis sehingga perubahan torsi menjadi lebih halus.
- DTC-HBPWM dual inverter menghasilkan torsi paling stabil, karena level tegangan yang lebih banyak membuat pengendalian arus lebih baik dan menghasilkan ripple torsi paling kecil.

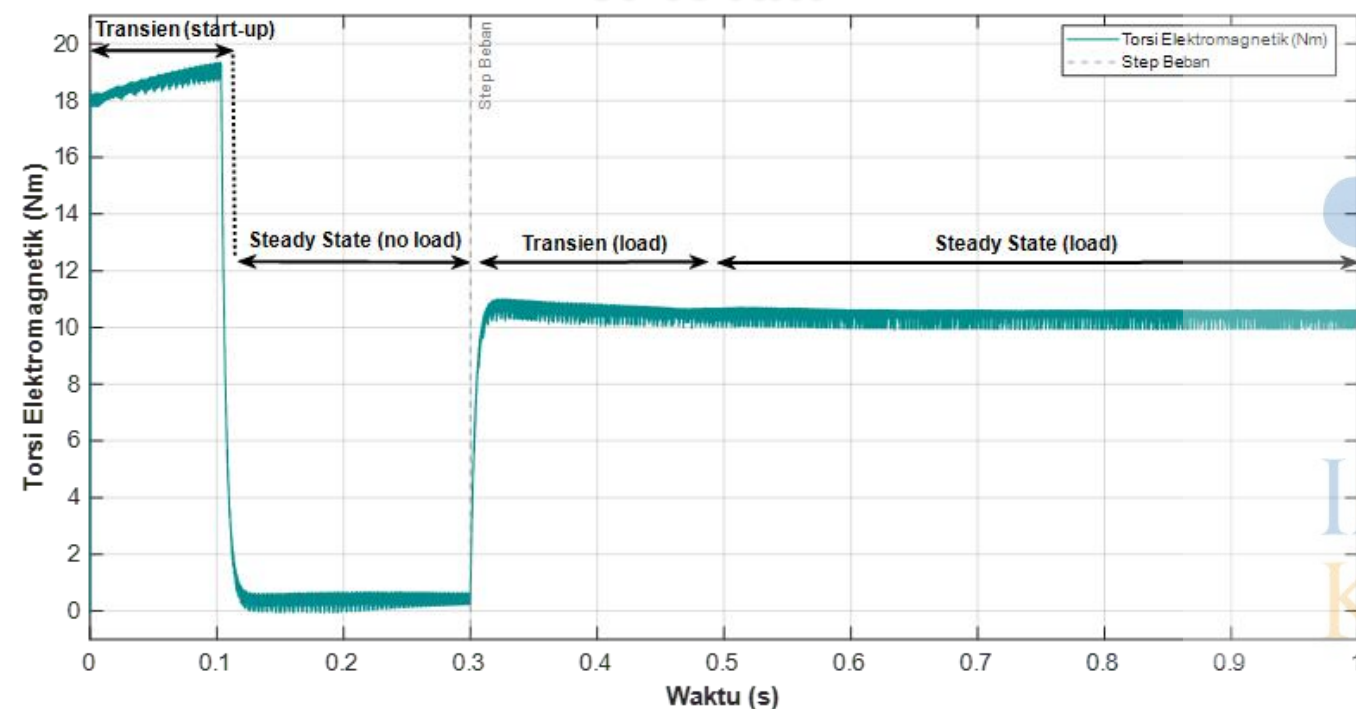
HASIL PENGUJIAN TORSI ELEKTROMAGNETIK



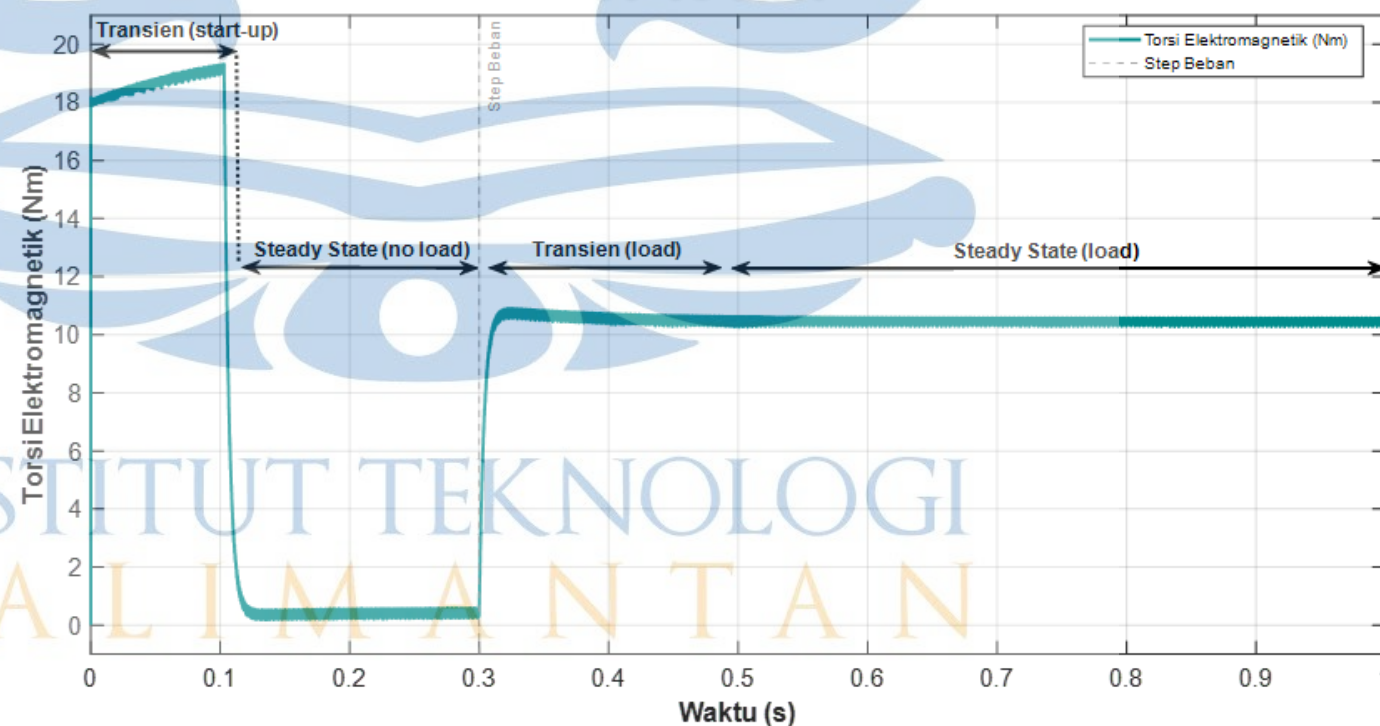
Grafik Torsi Elektromagnetik Single Inverter VF 10 Nm



Grafik Torsi Elektromagnetik Dual Inverter VF 10 Nm



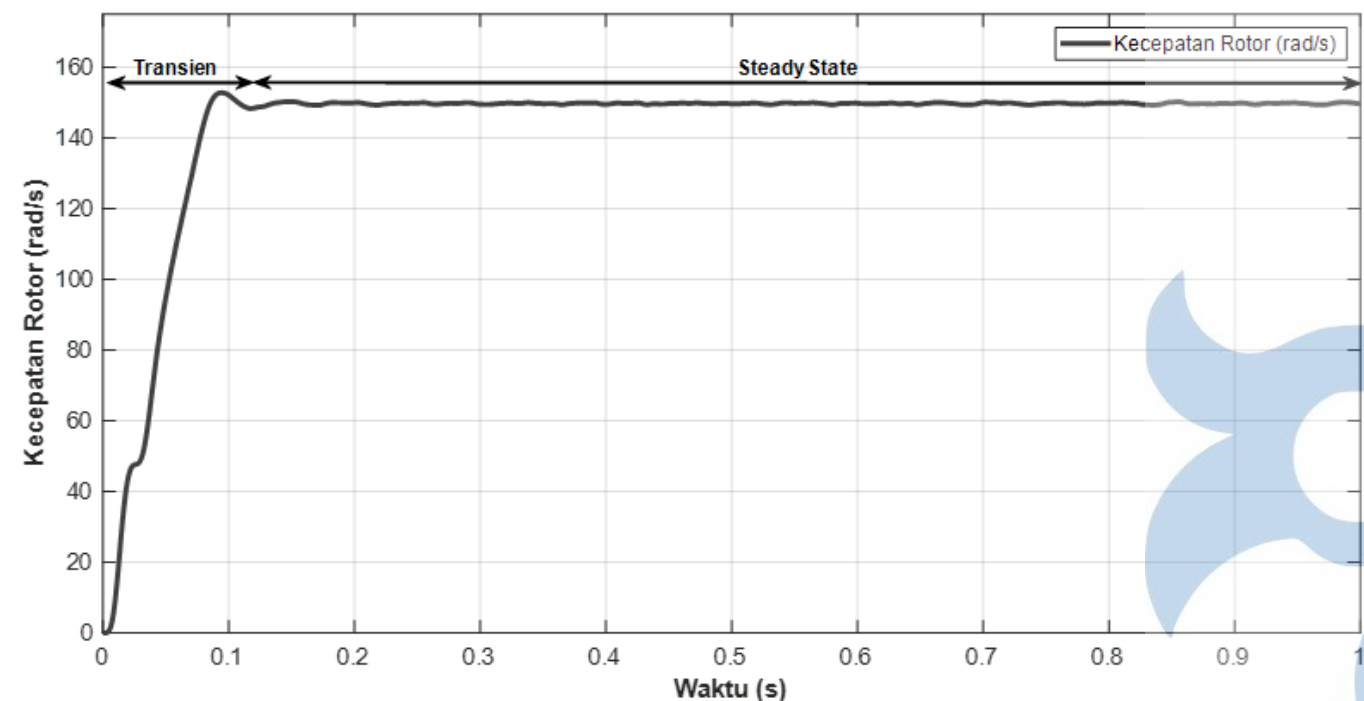
Grafik Torsi Elektromagnetik Single Inverter DTC-HBPWM 10 Nm



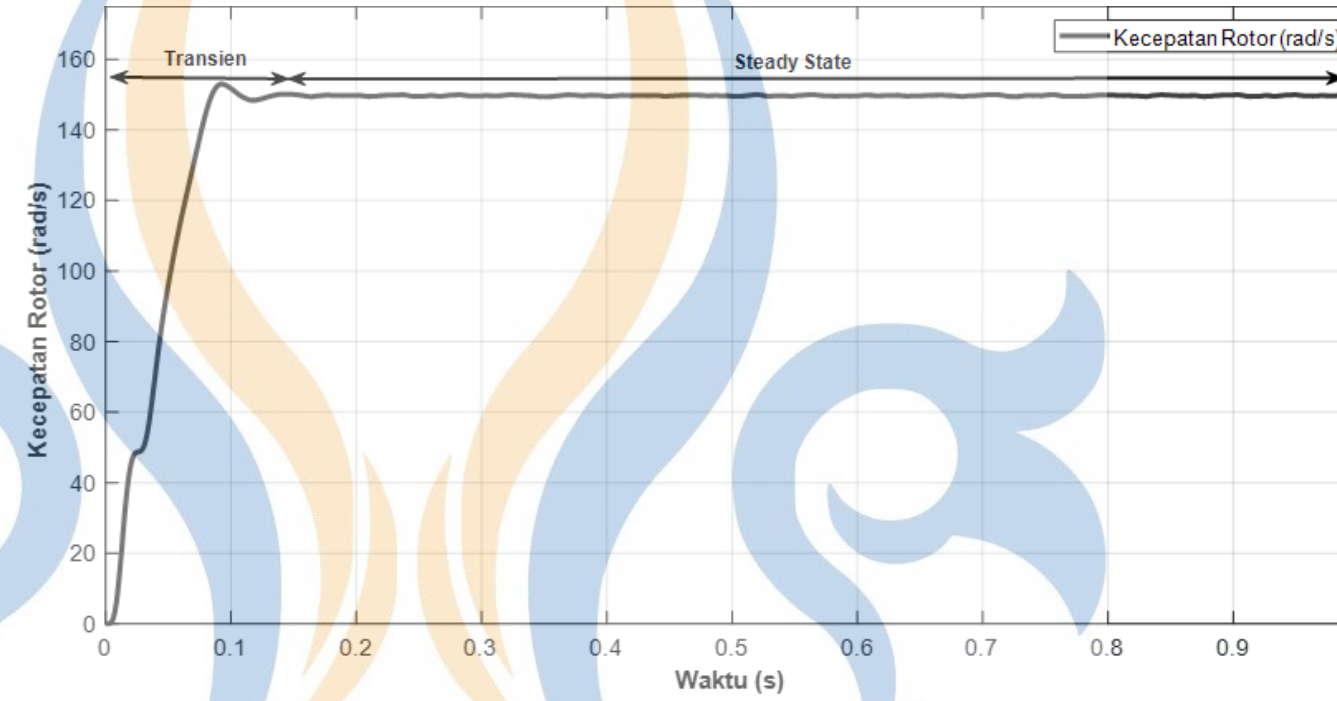
Grafik Torsi Elektromagnetik Dual Inverter DTC-HBPWM 10 Nm

- Ketika diberi beban, metode V/F mengalami fluktuasi torsi yang lebih besar karena kemampuan kompensasi perubahan beban terbatas.
- DTC-HBPWM mampu mempertahankan torsi mendekati nilai referensi, karena pengendalian torsi dilakukan secara langsung melalui kontrol arus.
- Dual inverter memberikan respons torsi yang lebih halus dibandingkan single inverter akibat kualitas tegangan keluaran yang lebih baik.

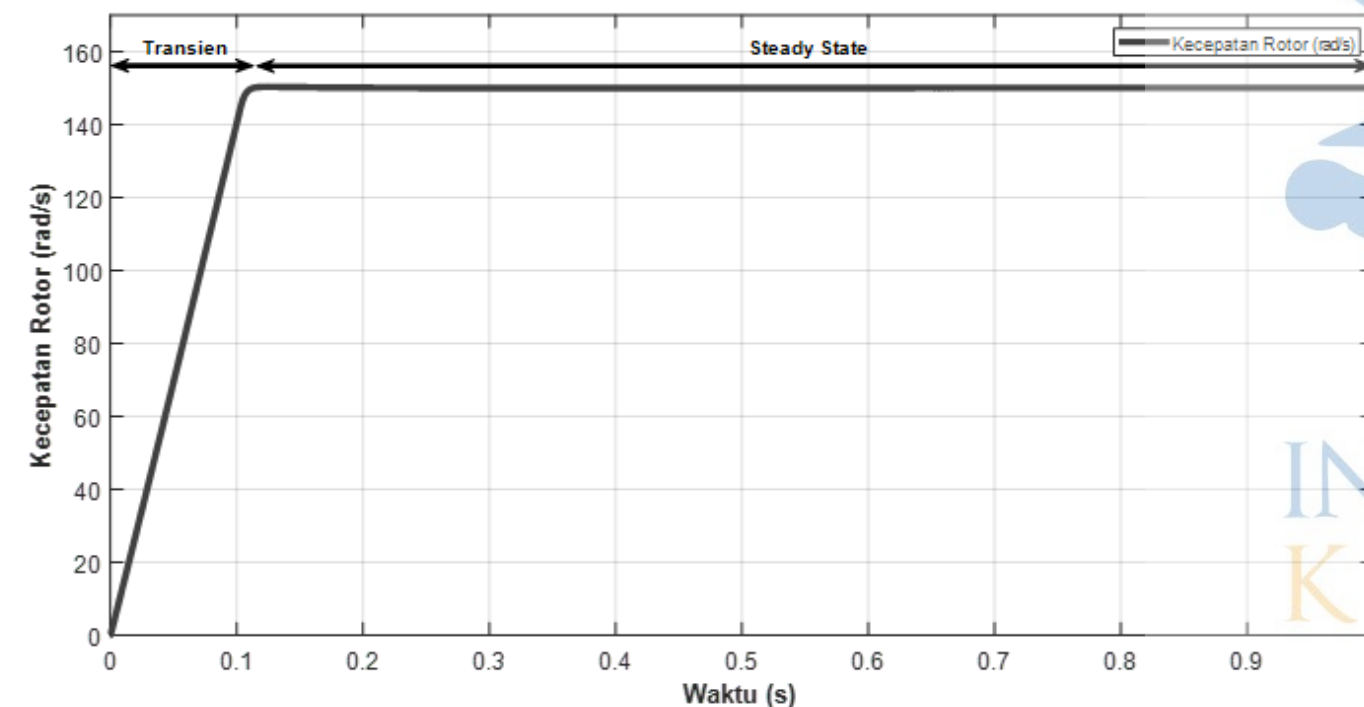
HASIL PENGUJIAN KECEPATAN ROTOR



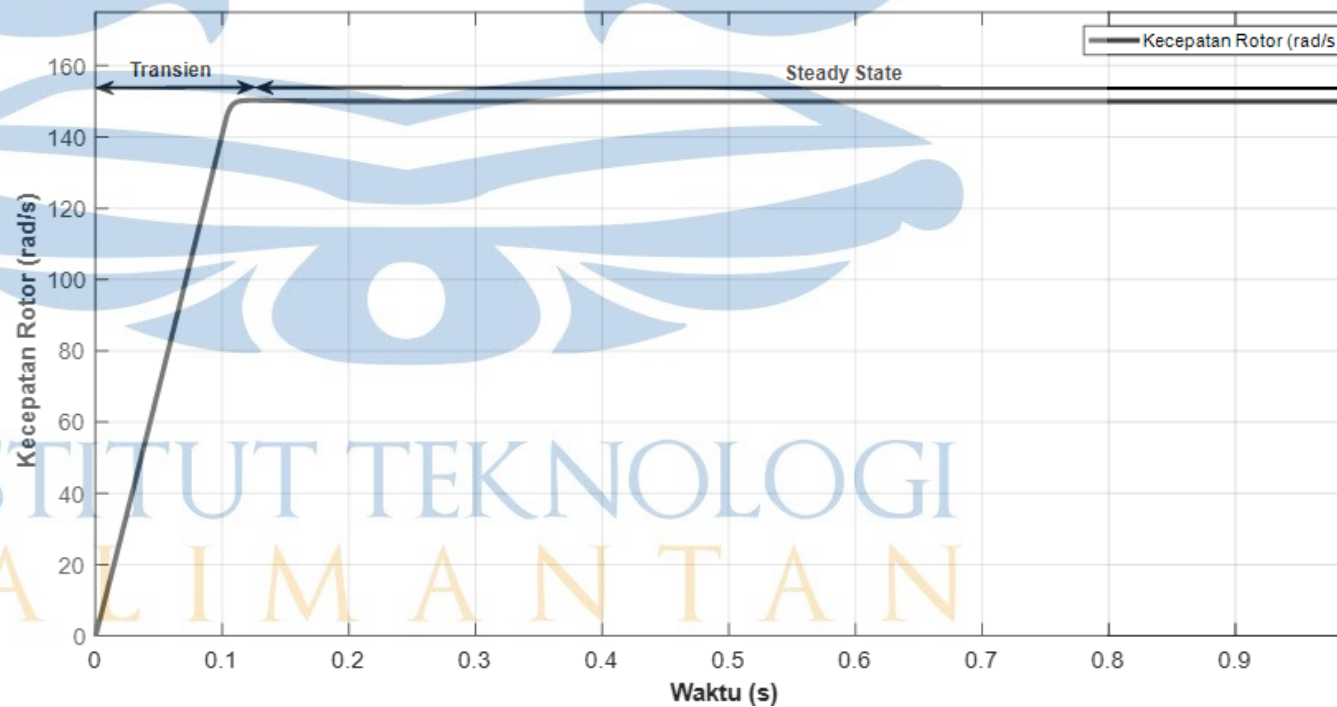
**Grafik Kecepatan Rotor Single Inverter VF
0 Nm**



**Grafik Kecepatan Rotor Dual Inverter
VF 0 Nm**



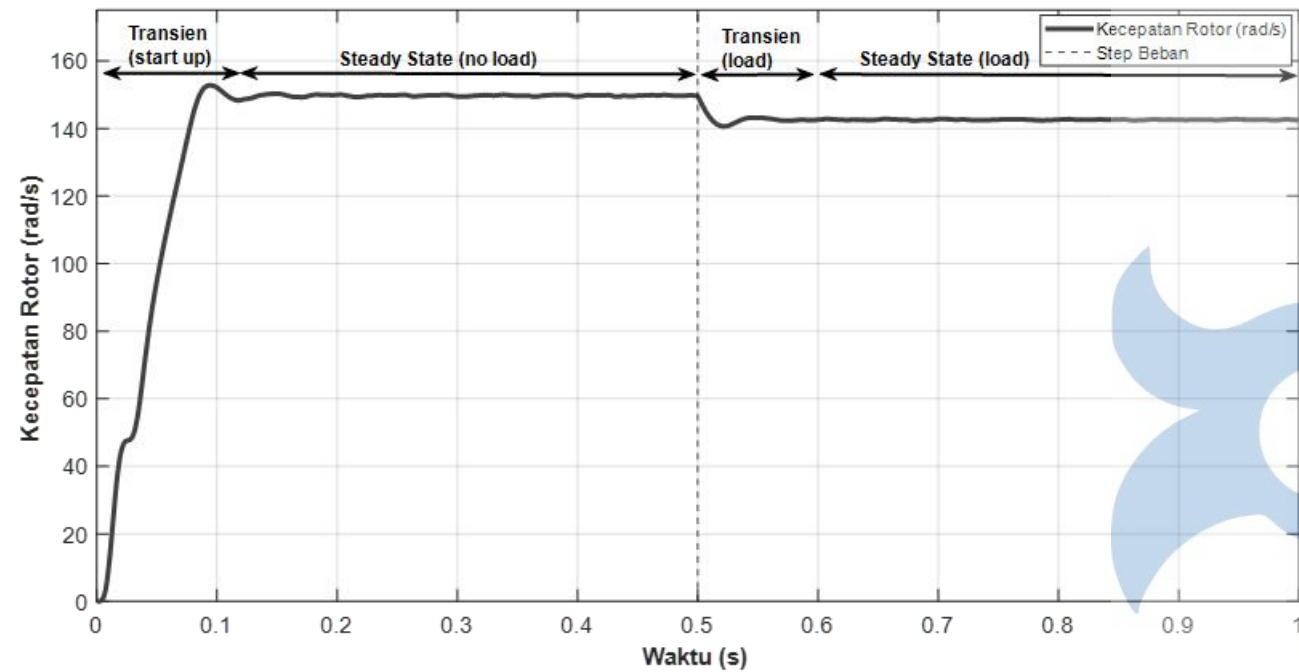
**Grafik Kecepatan Rotor Single Inverter
DTC-HBPWM 0 Nm**



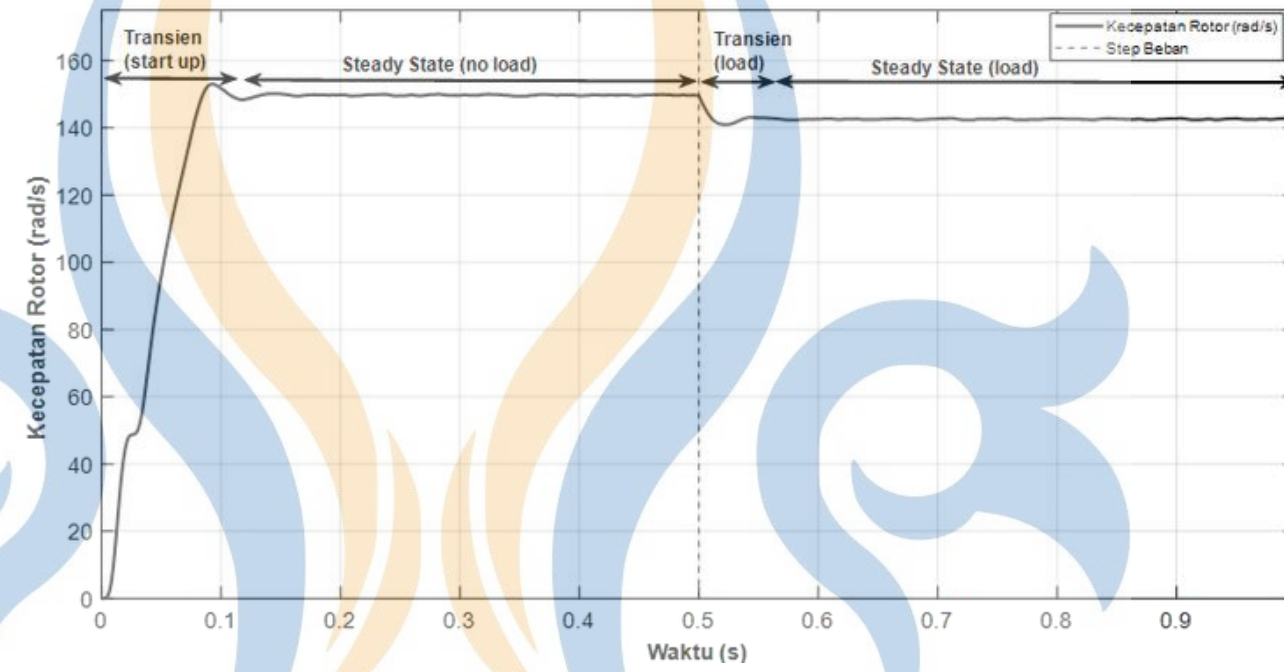
**Grafik Kecepatan Rotor Dual Inverter
DTC-HBPWM 0 Nm**

- Pada kondisi tanpa beban, seluruh metode dapat mencapai kecepatan referensi, namun metode DTC-HBPWM menghasilkan respons yang lebih stabil karena memiliki fluktuasi torsi yang lebih kecil
- V/F memiliki overshoot yang lebih besar akibat tidak adanya pengaturan torsi secara langsung.
- DTC-HBPWM dual inverter memberikan respons terbaik dengan kecepatan yang lebih stabil karena pengendalian arus dan torsi yang lebih baik.

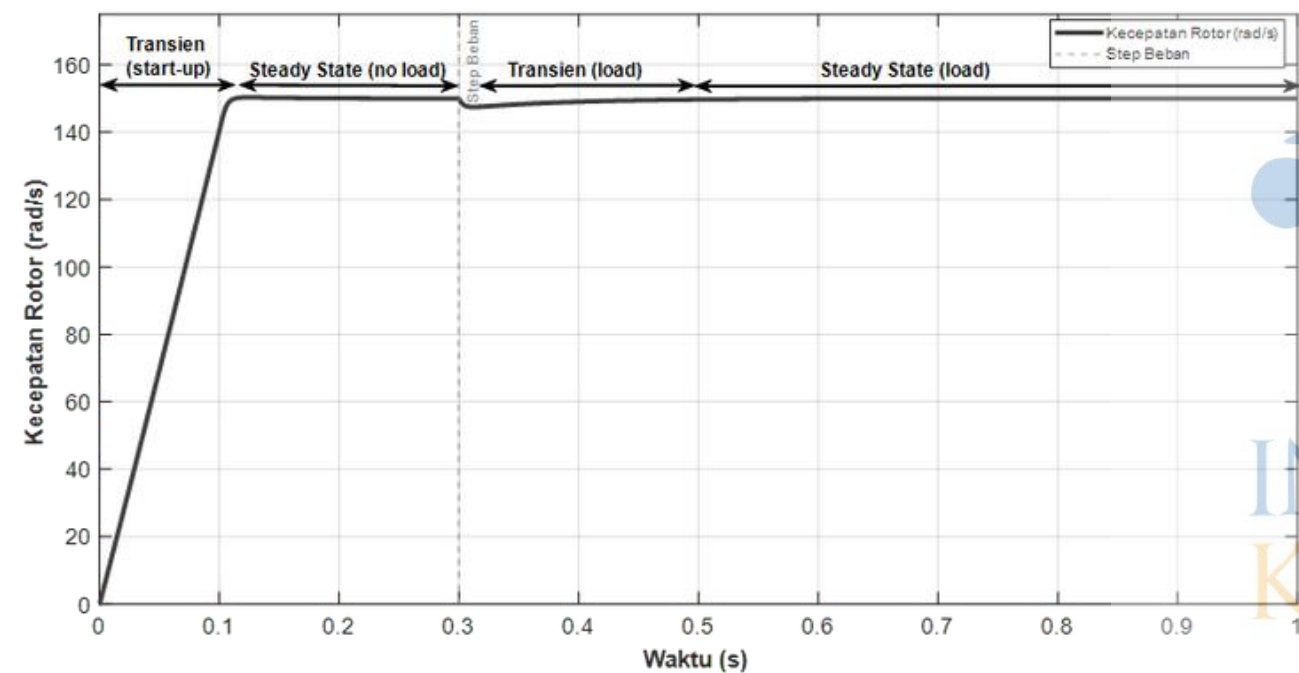
HASIL PENGUJIAN KECEPATAN ROTOR



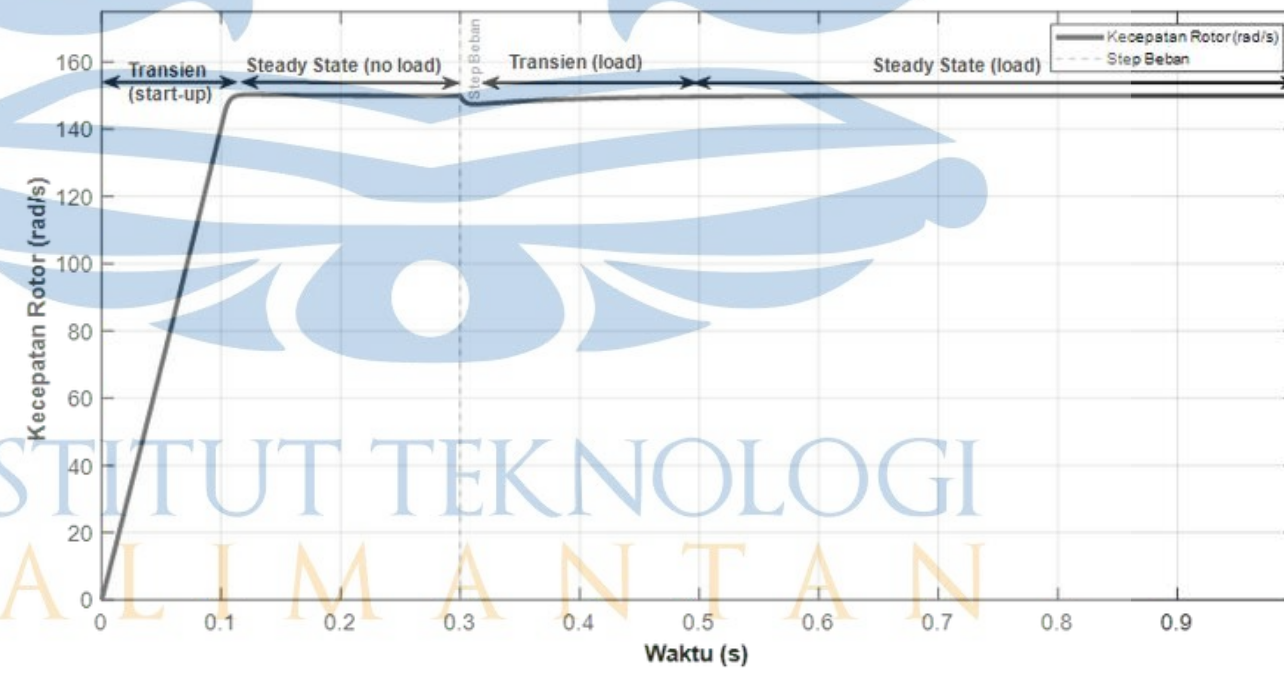
Grafik Kecepatan Rotor *Single Inverter* VF 10 Nm



Grafik Kecepatan Rotor *Dual Inverter* VF 10 Nm



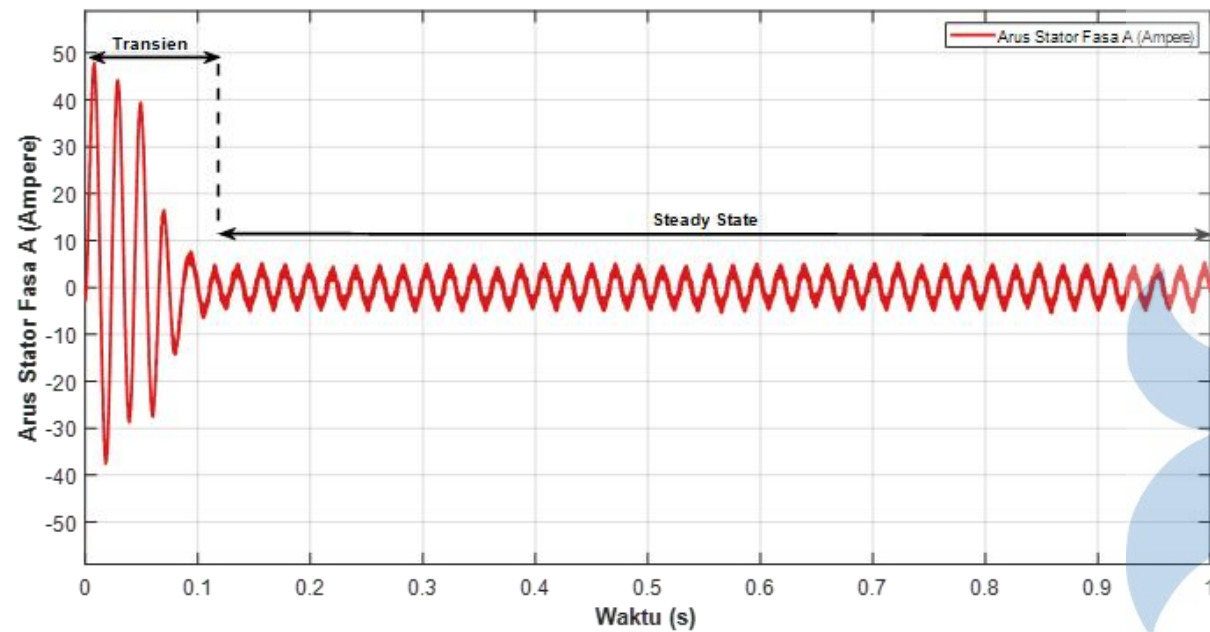
Grafik Kecepatan Rotor *Single Inverter* DTC-HBPWM 10 Nm



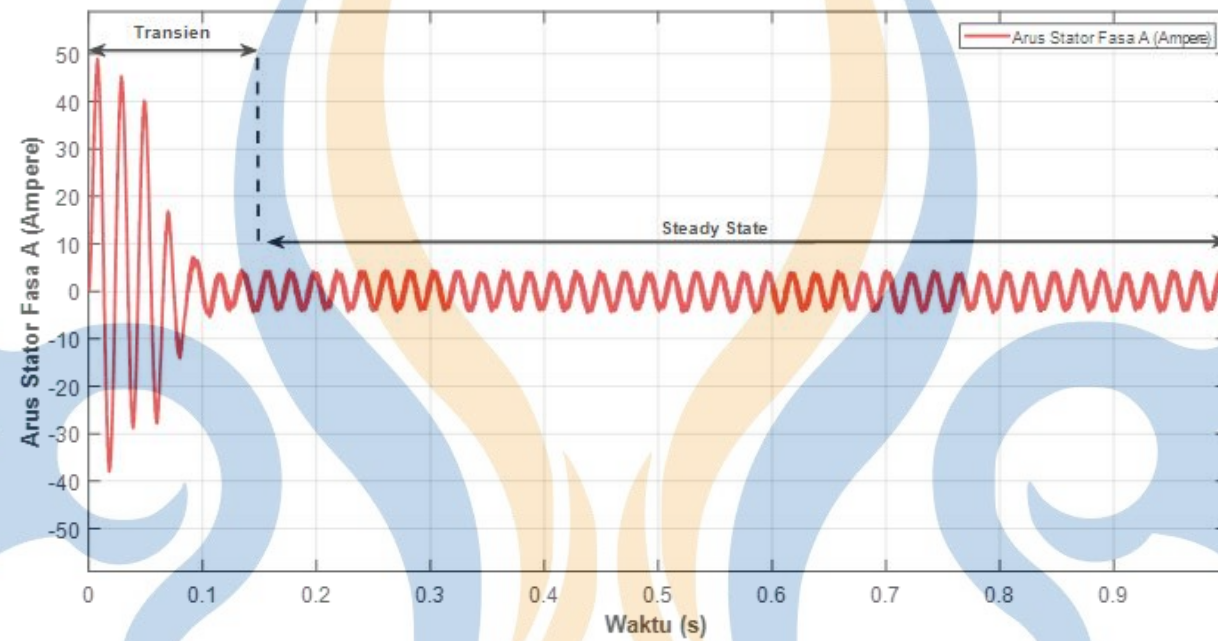
Grafik Kecepatan Rotor *Dual Inverter* DTC-HBPWM 10 Nm

- Saat beban diberikan, V/F mengalami penurunan kecepatan karena torsi yang dihasilkan kurang mampu menyesuaikan perubahan beban.
- DTC-HBPWM mampu menjaga kecepatan tetap mendekati referensi karena memiliki pengendalian torsi yang lebih cepat dan stabil.
- Dual inverter memberikan kestabilan kecepatan lebih baik dibandingkan single inverter akibat berkurangnya fluktuasi torsi.

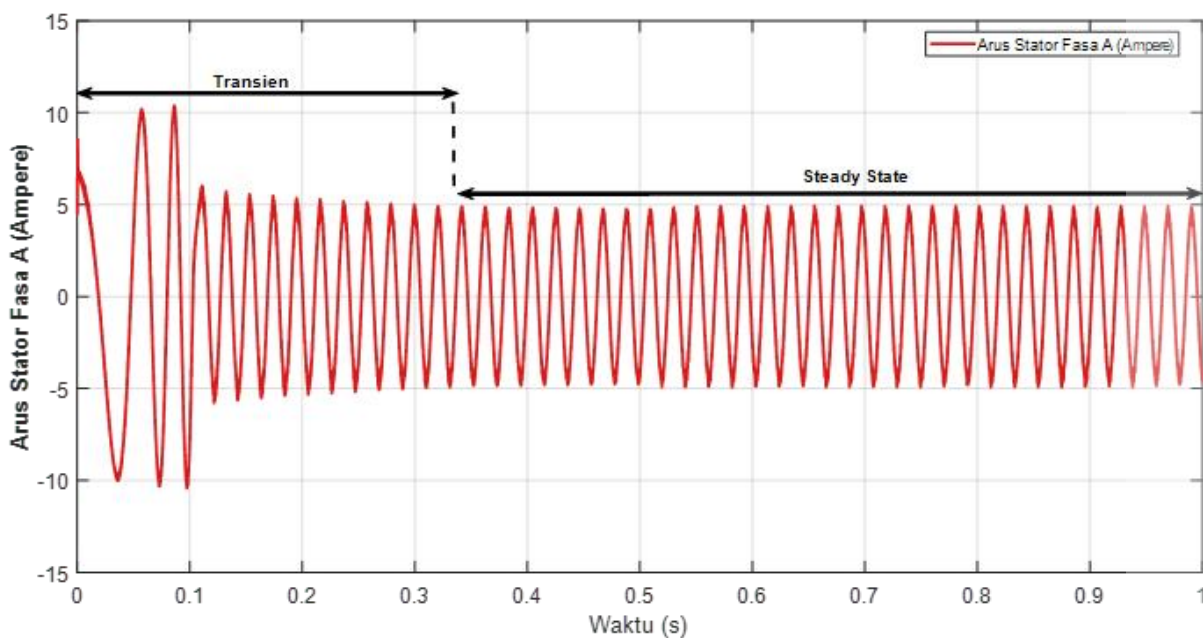
PERBANDINGAN GRAFIK ARUS VARIASI METODE



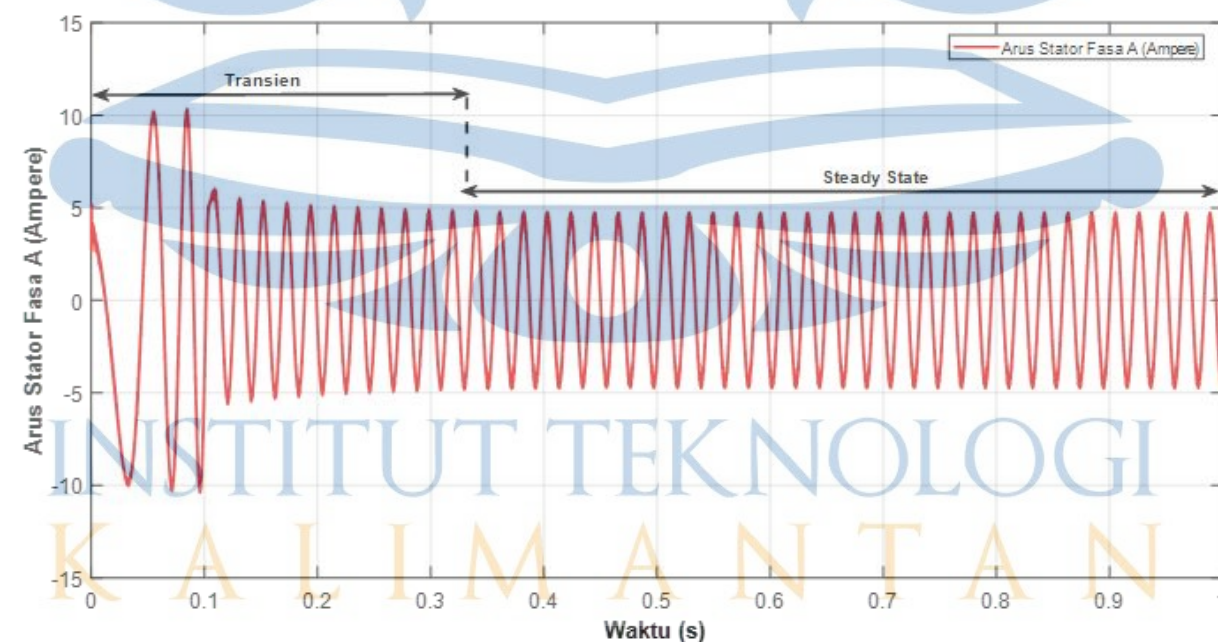
**Grafik Arus Stator Fasa A Single Inverter VF
0 Nm**



**Grafik Arus Stator Fasa A Dual Inverter
VF 0 Nm**



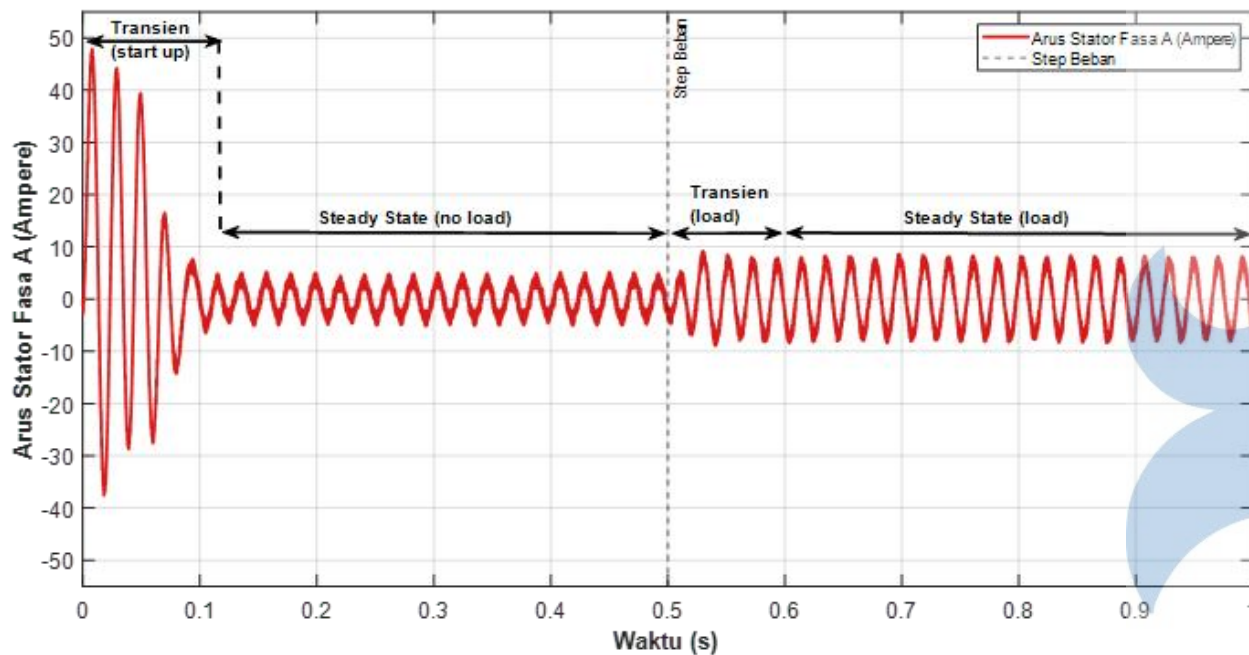
**Grafik Arus Stator Fasa A Single Inverter
DTC-HBPWM 0 Nm**



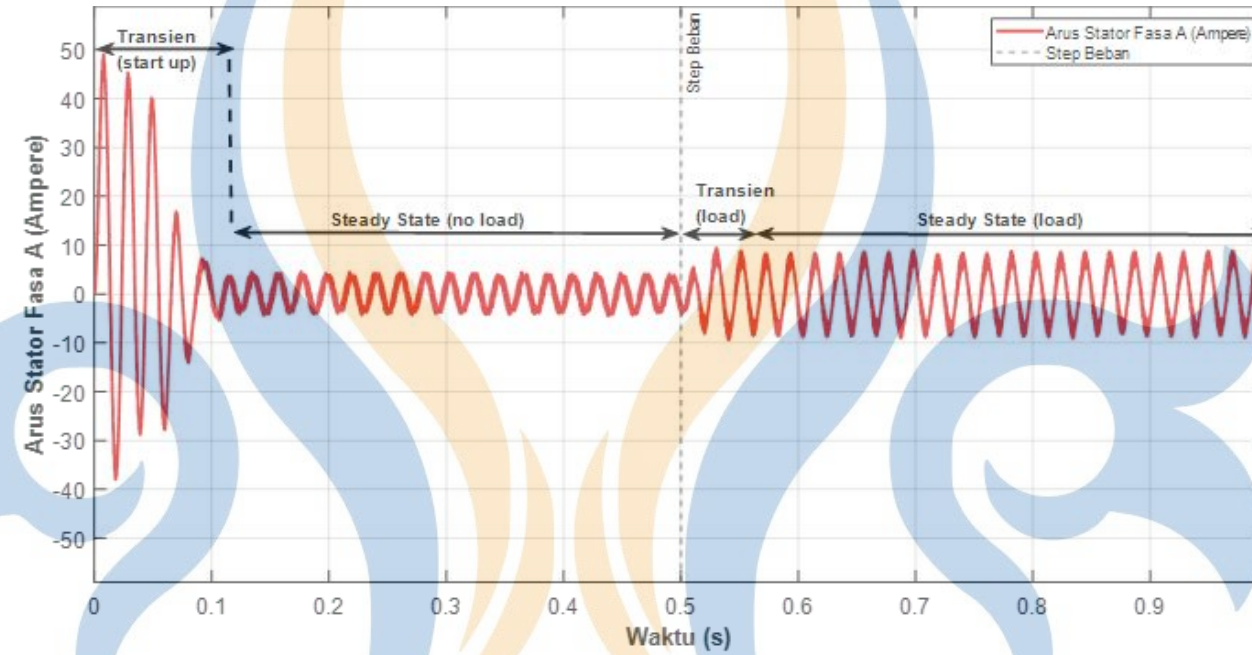
**Grafik Arus Stator Fasa A Dual Inverter
DTC-HBPWM 0 Nm**

- Metode V/F menghasilkan lonjakan arus awal yang lebih besar, sehingga menyebabkan fluktuasi torsi yang lebih tinggi.
- DTC-HBPWM mampu mengontrol arus stator lebih baik melalui pita histeresis, sehingga arus menjadi lebih halus dan torsi lebih stabil.
- Dual inverter memberikan kualitas arus yang lebih baik karena menghasilkan variasi tegangan yang lebih banyak untuk mengatur arus stator.

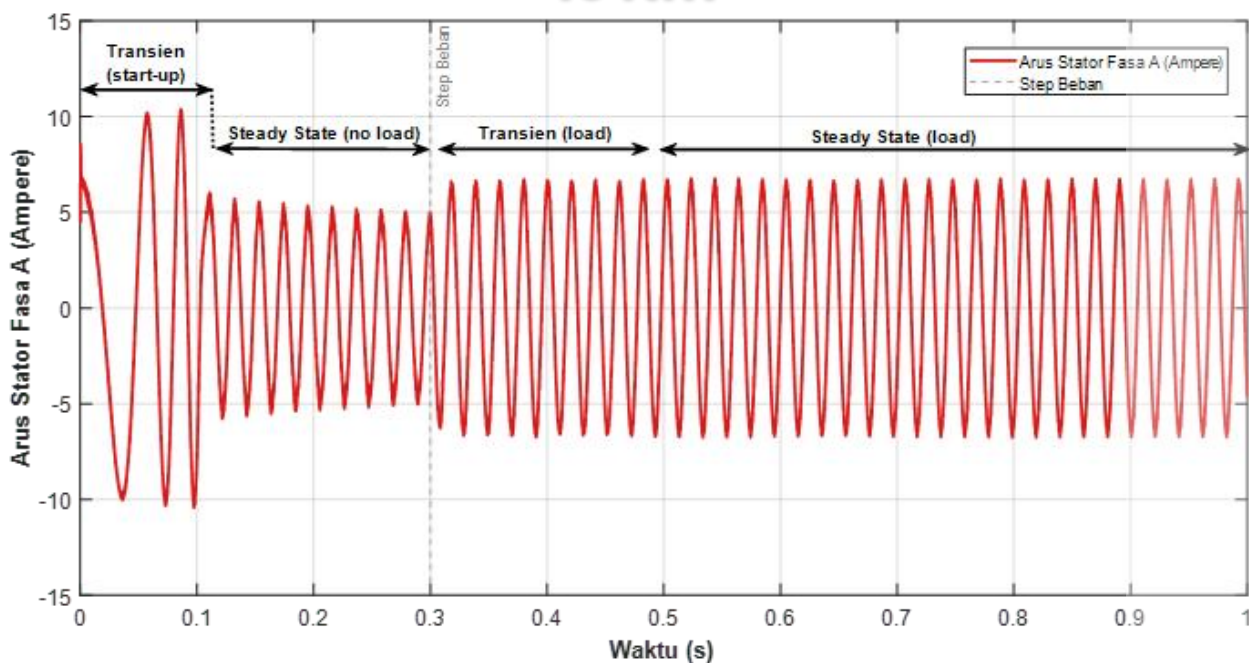
PERBANDINGAN GRAFIK ARUS VARIASI METODE



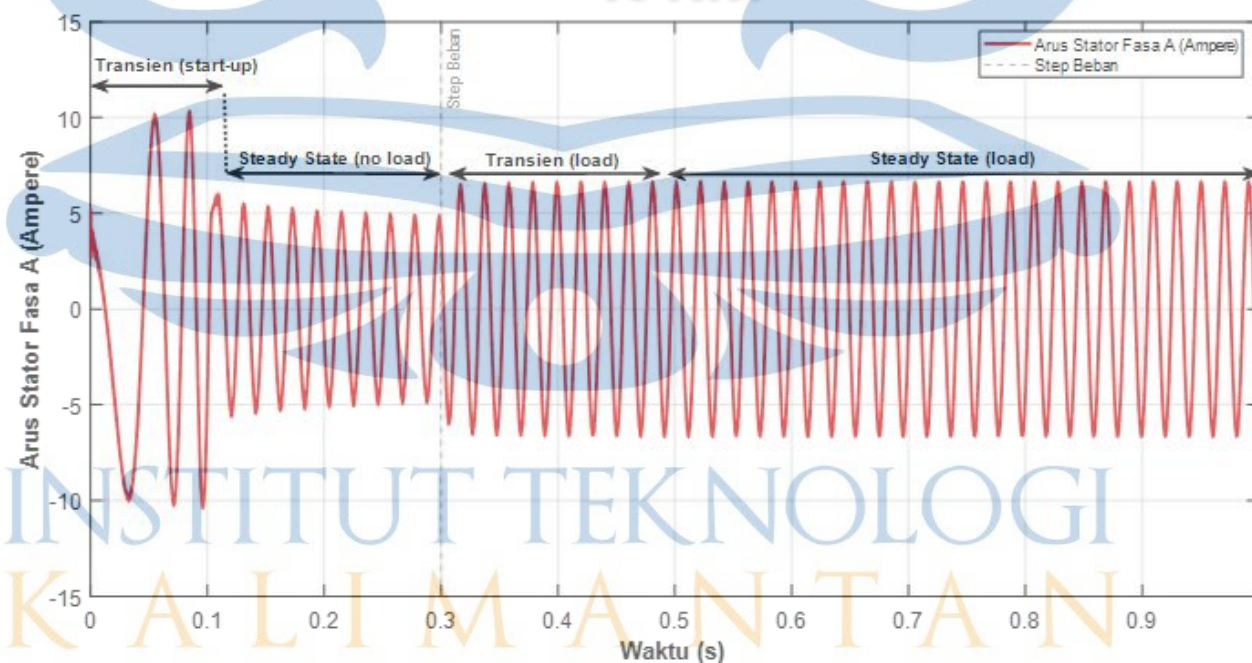
**Grafik Arus Stator Fasa A Single Inverter VF
10 Nm**



**Grafik Arus Stator Fasa A Dual Inverter VF
10 Nm**



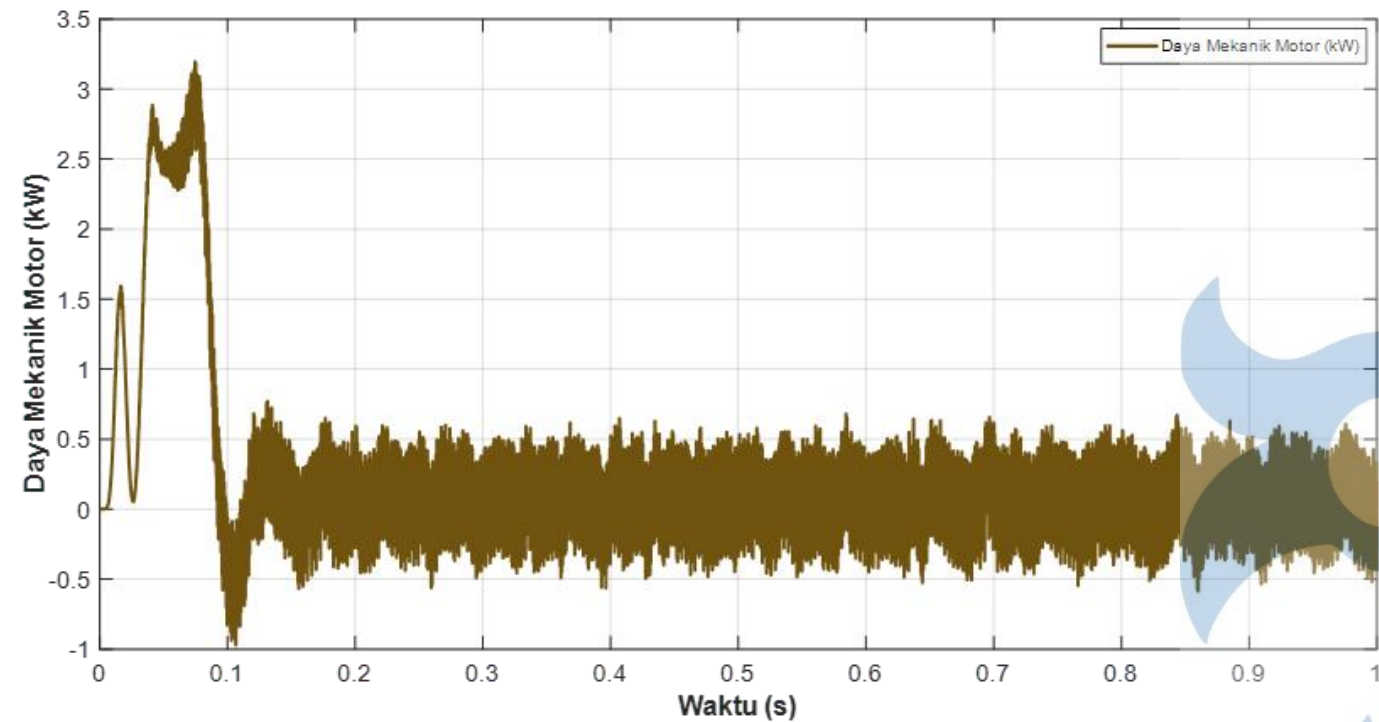
**Grafik Arus Stator Fasa A Single Inverter
DTC-HBPWM 10 Nm**



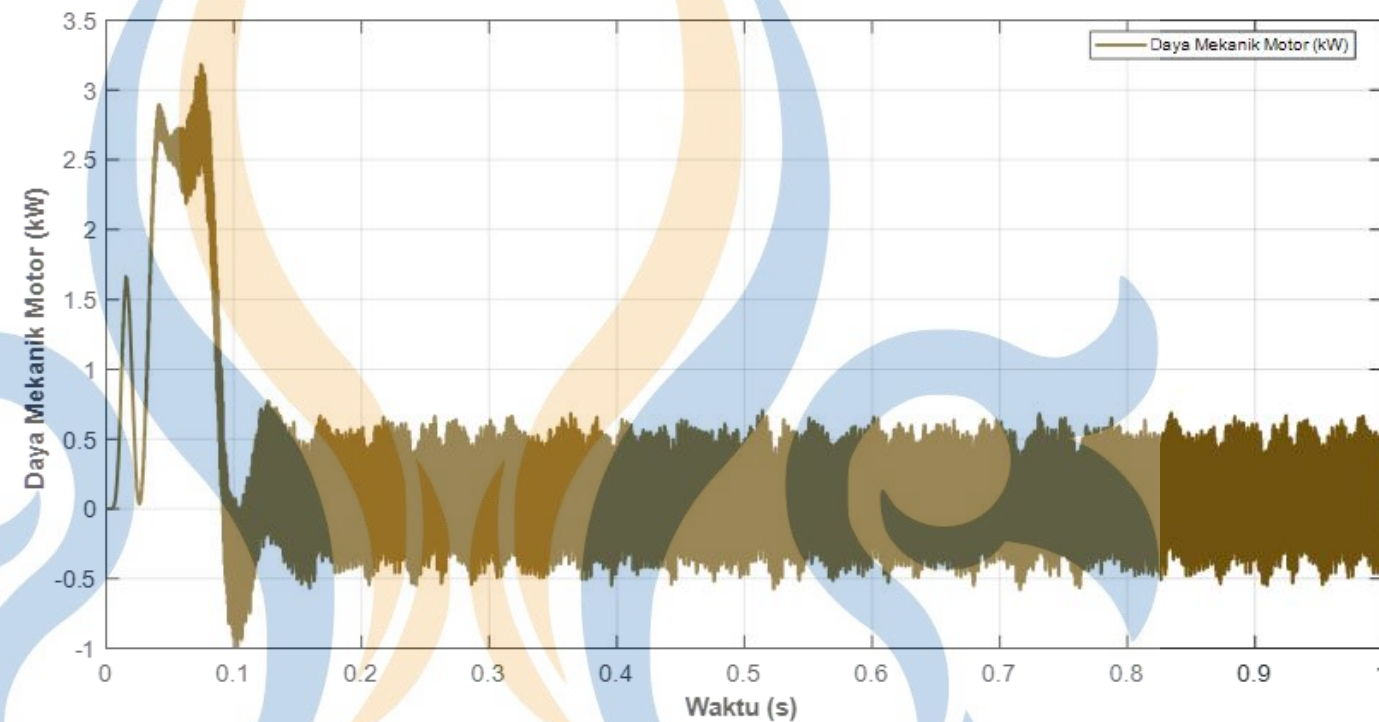
**Grafik Arus Stator Fasa A Dual Inverter
DTC-HBPWM 10 Nm**

- Pada kondisi berbeban, arus seluruh metode meningkat karena motor membutuhkan energi lebih besar untuk menghasilkan torsi beban.
- V/F memiliki arus dan ripple yang lebih besar, sehingga menyebabkan kestabilan torsi dan kecepatan menurun.
- DTC-HBPWM dual inverter tetap menghasilkan arus yang lebih terkendali, sehingga mampu mempertahankan performa motor lebih baik.

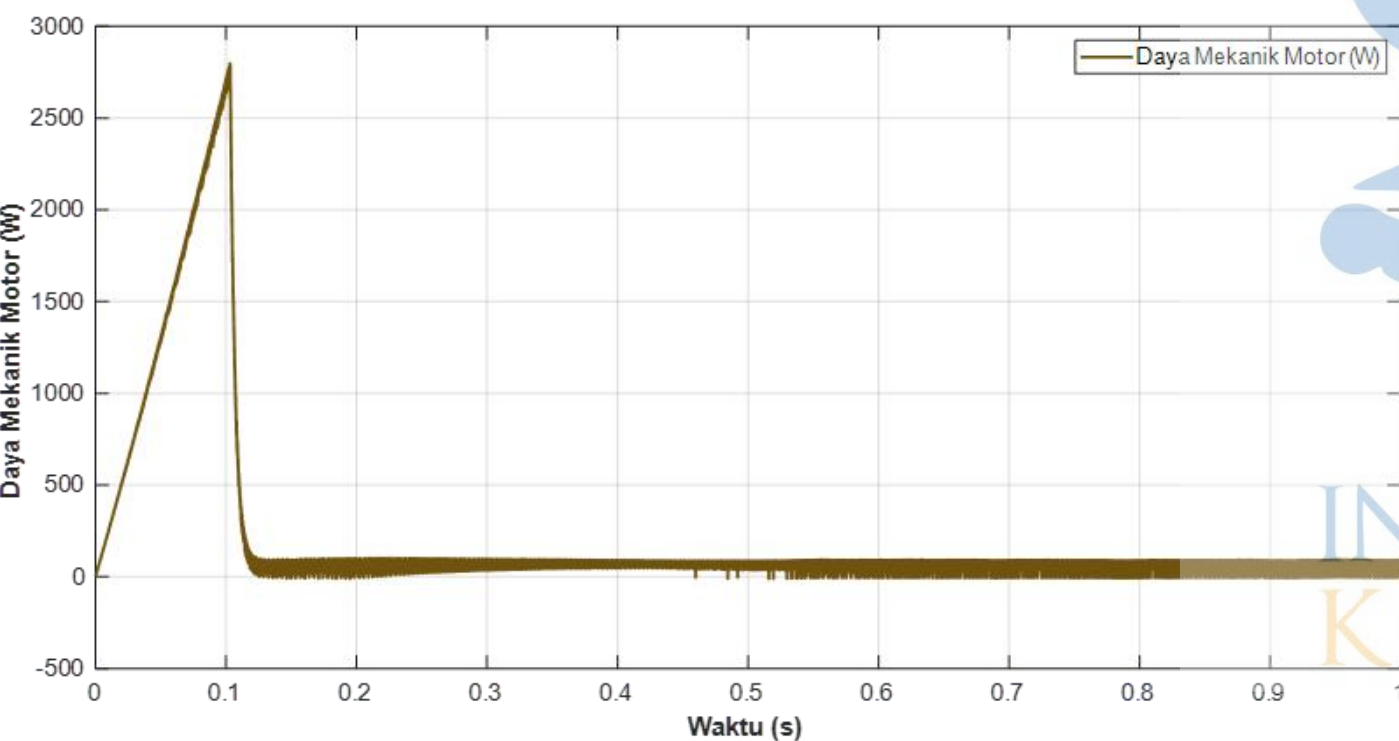
PERBANDINGAN GRAFIK DAYA VARIASI METODE



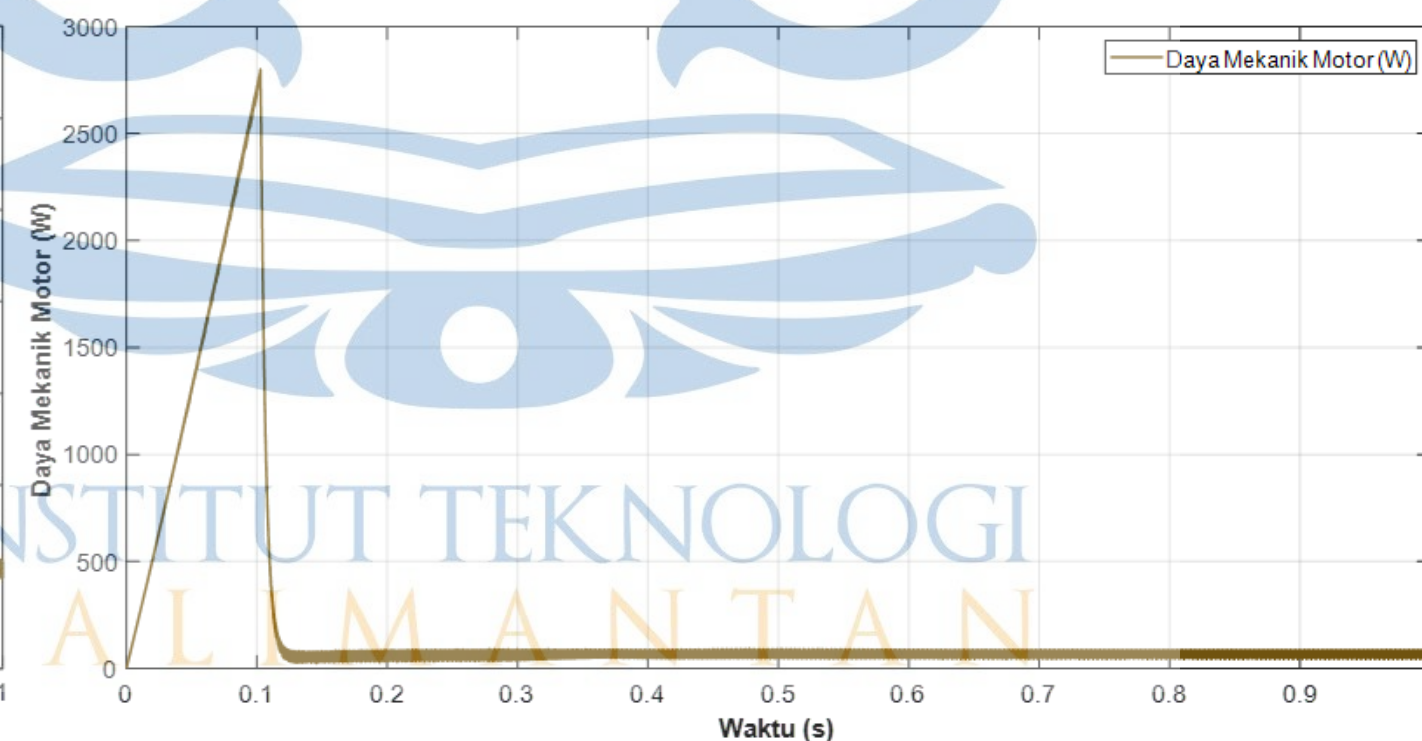
Grafik Daya Mekanik Single Inverter VF 0 Nm



Grafik Daya Mekanik Dual Inverter VF 0 Nm



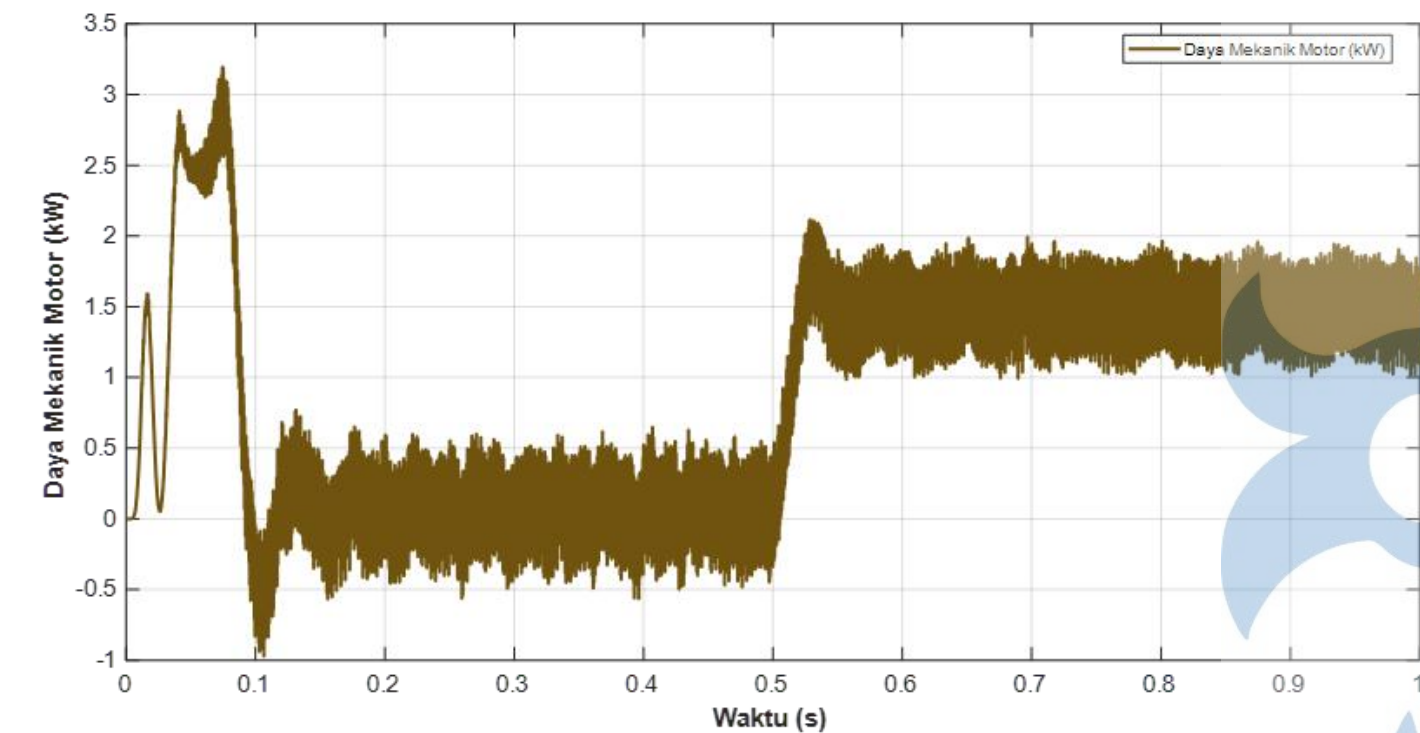
Grafik Daya Mekanik Single Inverter DTC-HBPWM 0 Nm



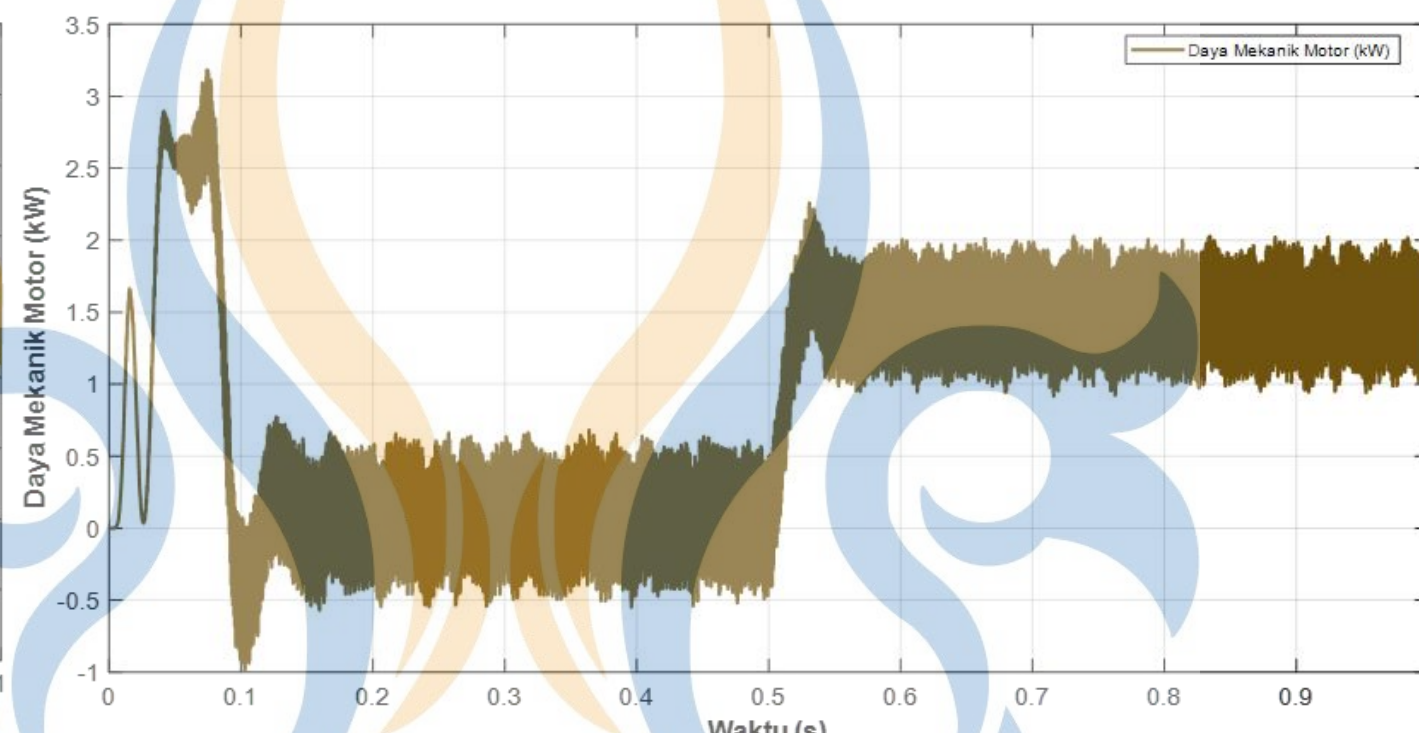
Grafik Daya Mekanik Dual Inverter DTC-HBPWM 0 Nm

- Fluktuasi daya dipengaruhi oleh kestabilan torsi dan kecepatan rotor yang dihasilkan oleh setiap metode.
- V/F memiliki fluktuasi daya terbesar akibat torsi yang berosilasi tinggi, sedangkan DTC-HBPWM menghasilkan daya yang lebih stabil.
- DTC-HBPWM dual inverter memberikan fluktuasi daya terkecil karena memiliki kualitas arus, torsi, dan kecepatan yang paling baik.

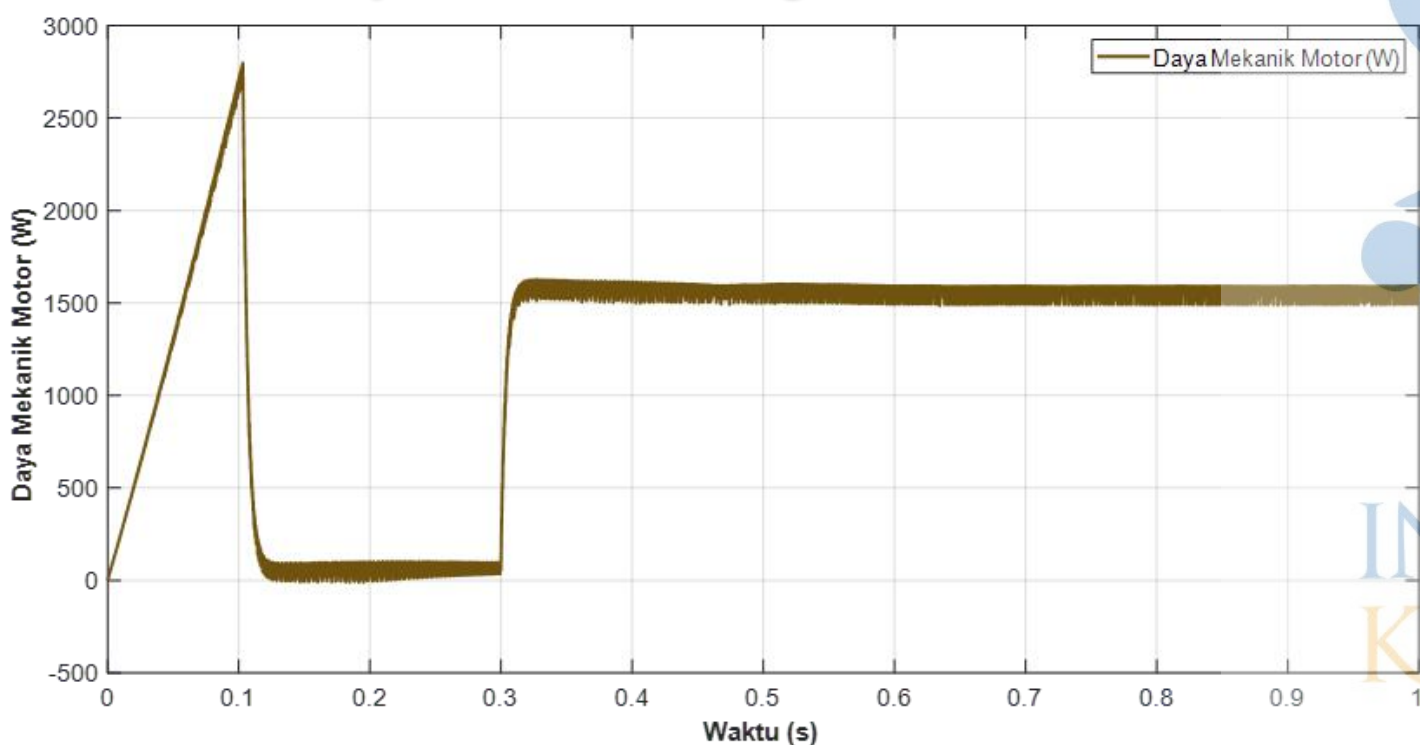
PERBANDINGAN GRAFIK DAYA VARIASI METODE



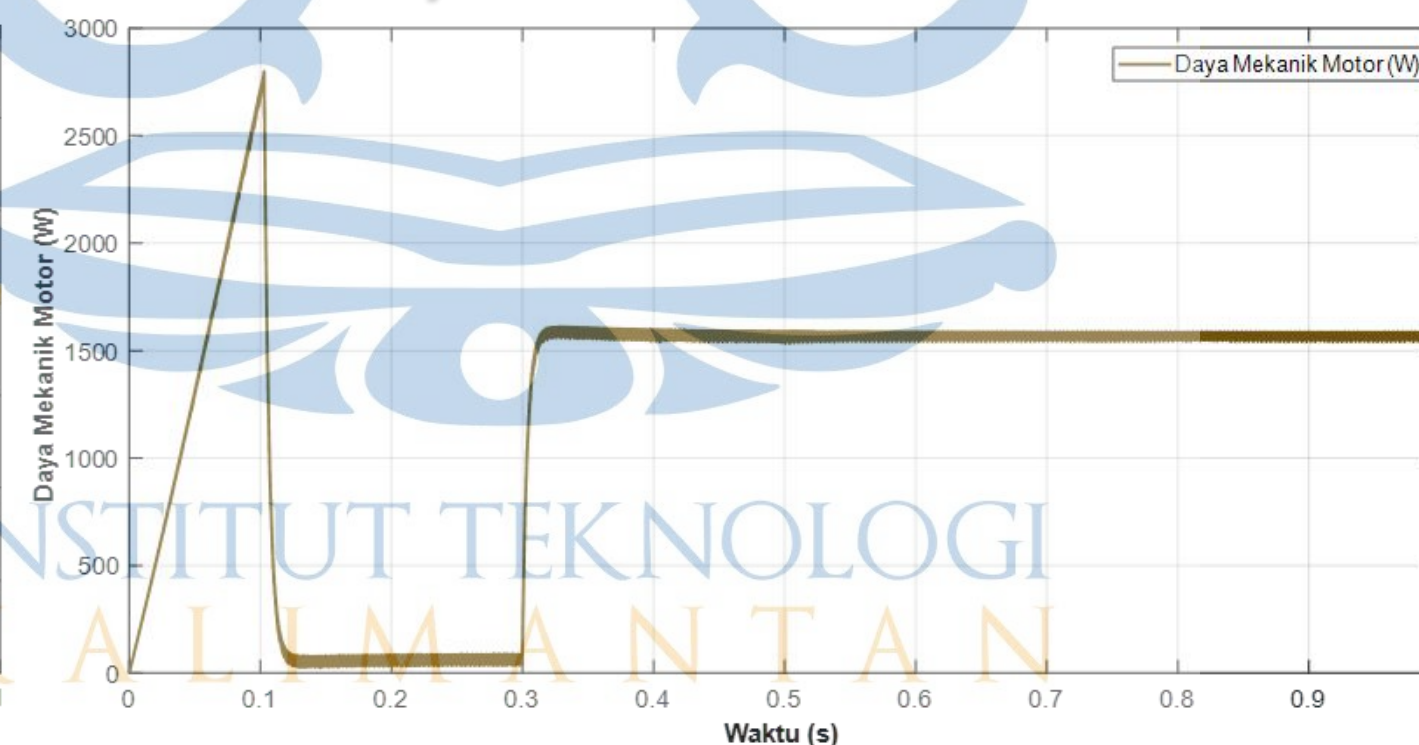
Grafik Daya Mekanik Single Inverter VF 10 Nm



Grafik Daya Mekanik Dual Inverter VF 10 Nm



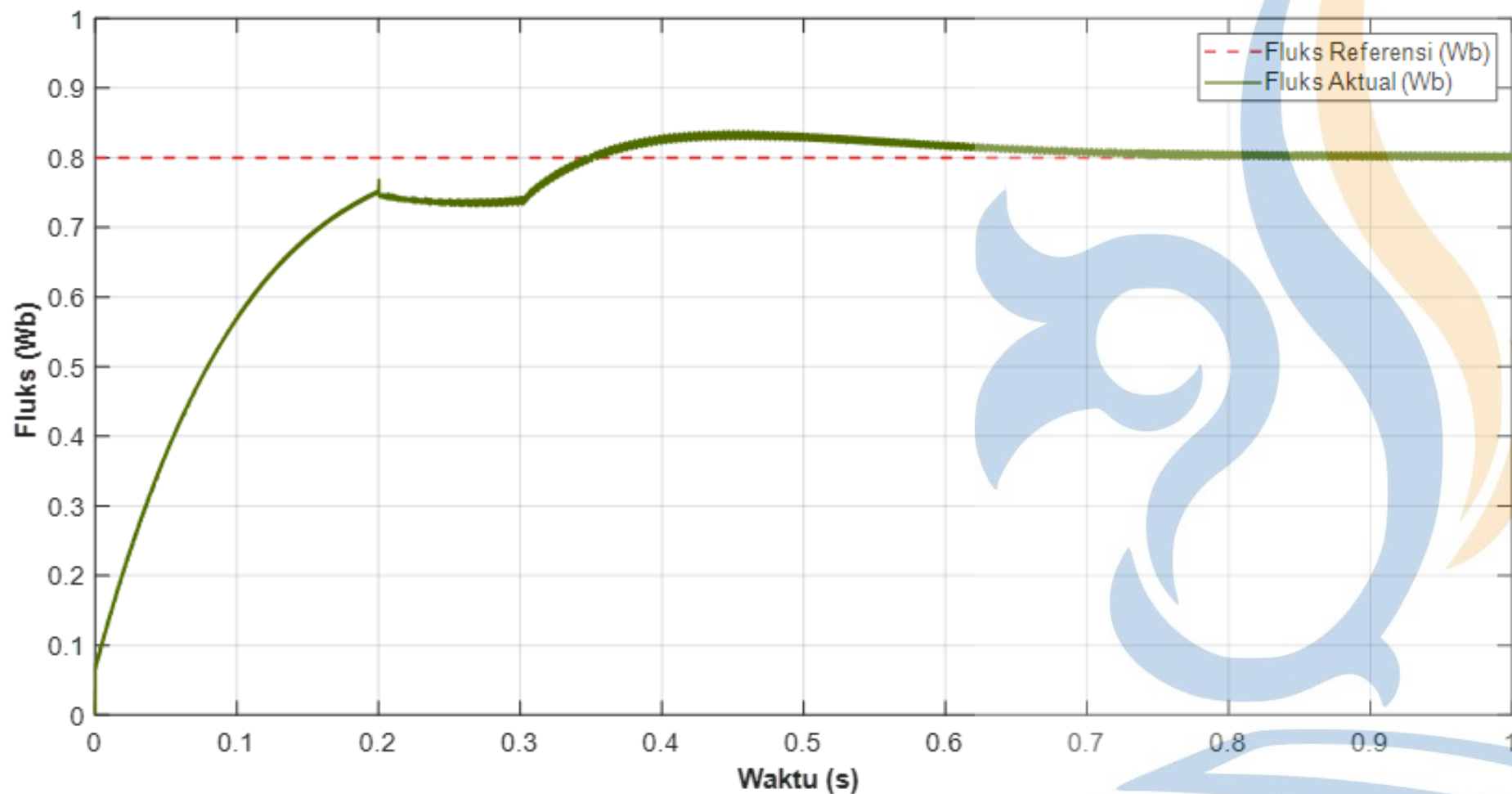
Grafik Daya Mekanik Single Inverter DTC-HBPWM 10 Nm



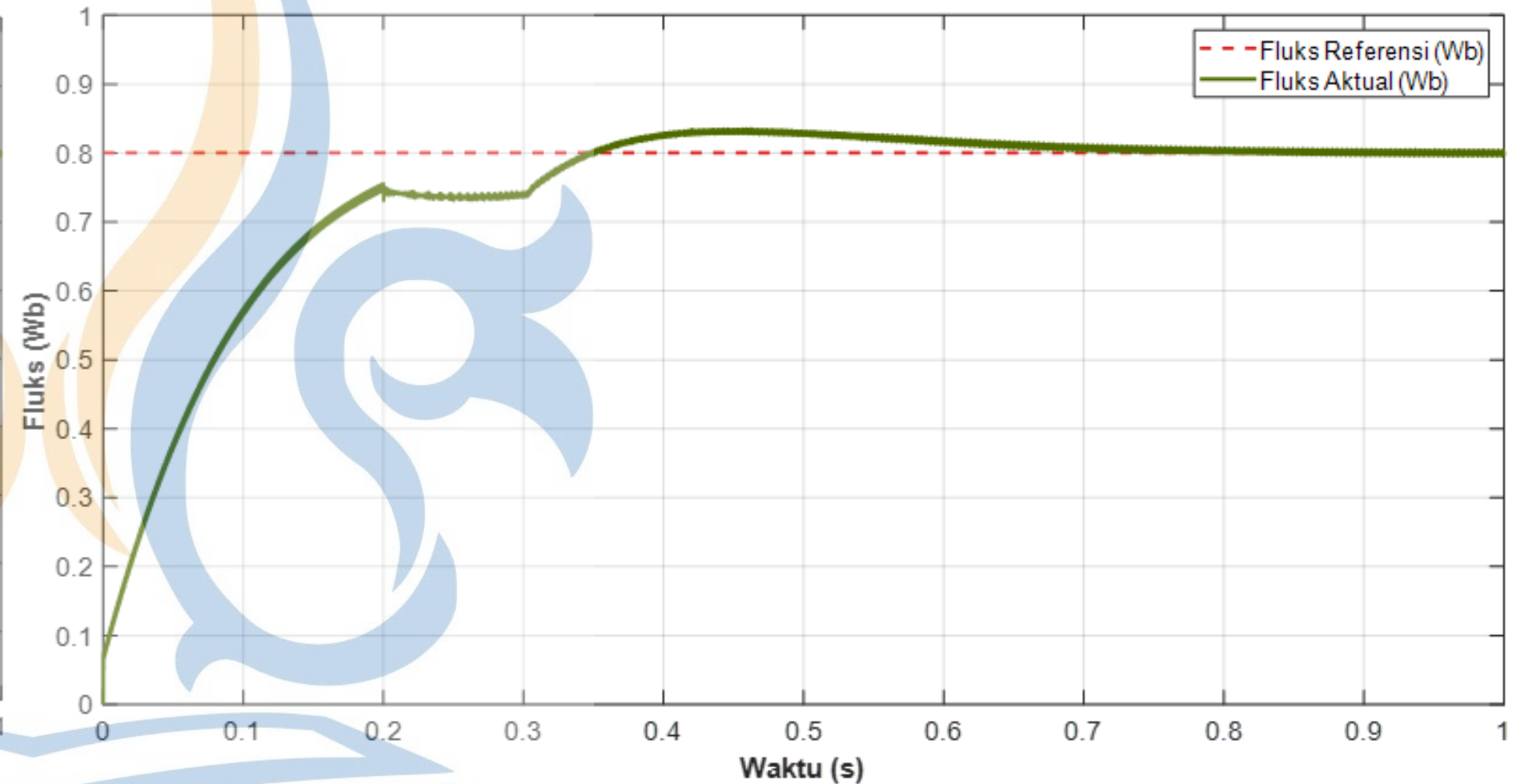
Grafik Daya Mekanik Dual Inverter DTC-HBPWM 10 Nm

- Pada kondisi berbeban, kebutuhan daya meningkat karena motor harus menghasilkan torsi untuk melawan beban.
- V/F menghasilkan fluktuasi daya yang besar akibat penurunan kecepatan dan tingginya fluktuasi torsi.
- DTC-HBPWM dual inverter menghasilkan daya paling konstan, karena torsi lebih halus dan kecepatan dapat dipertahankan mendekati nilai referensi.

PERBANDINGAN GRAFIK FLUKS VARIASI METODE



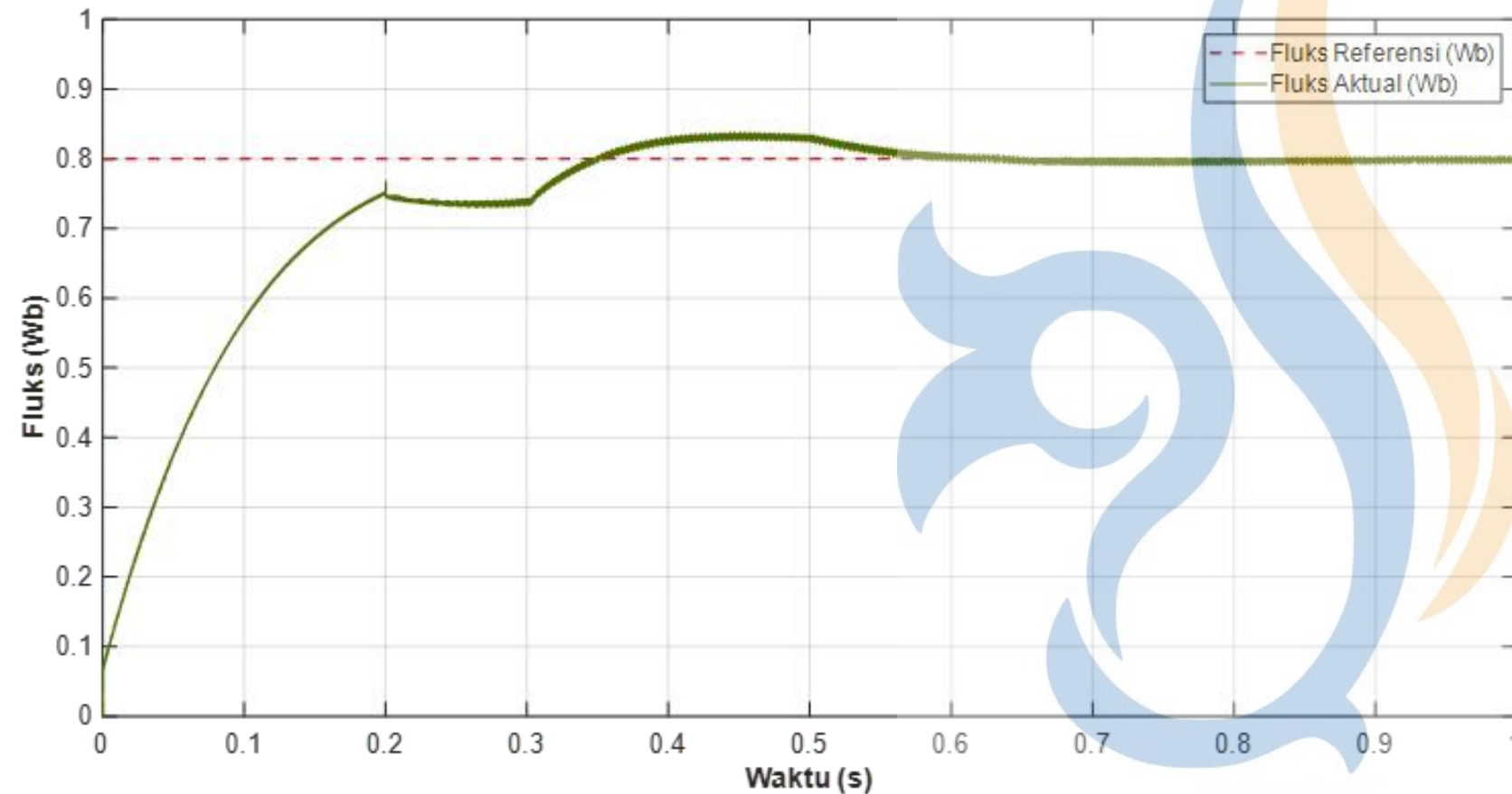
Grafik Fluks Stator *Single Inverter* DTC HBPWM 0 Nm



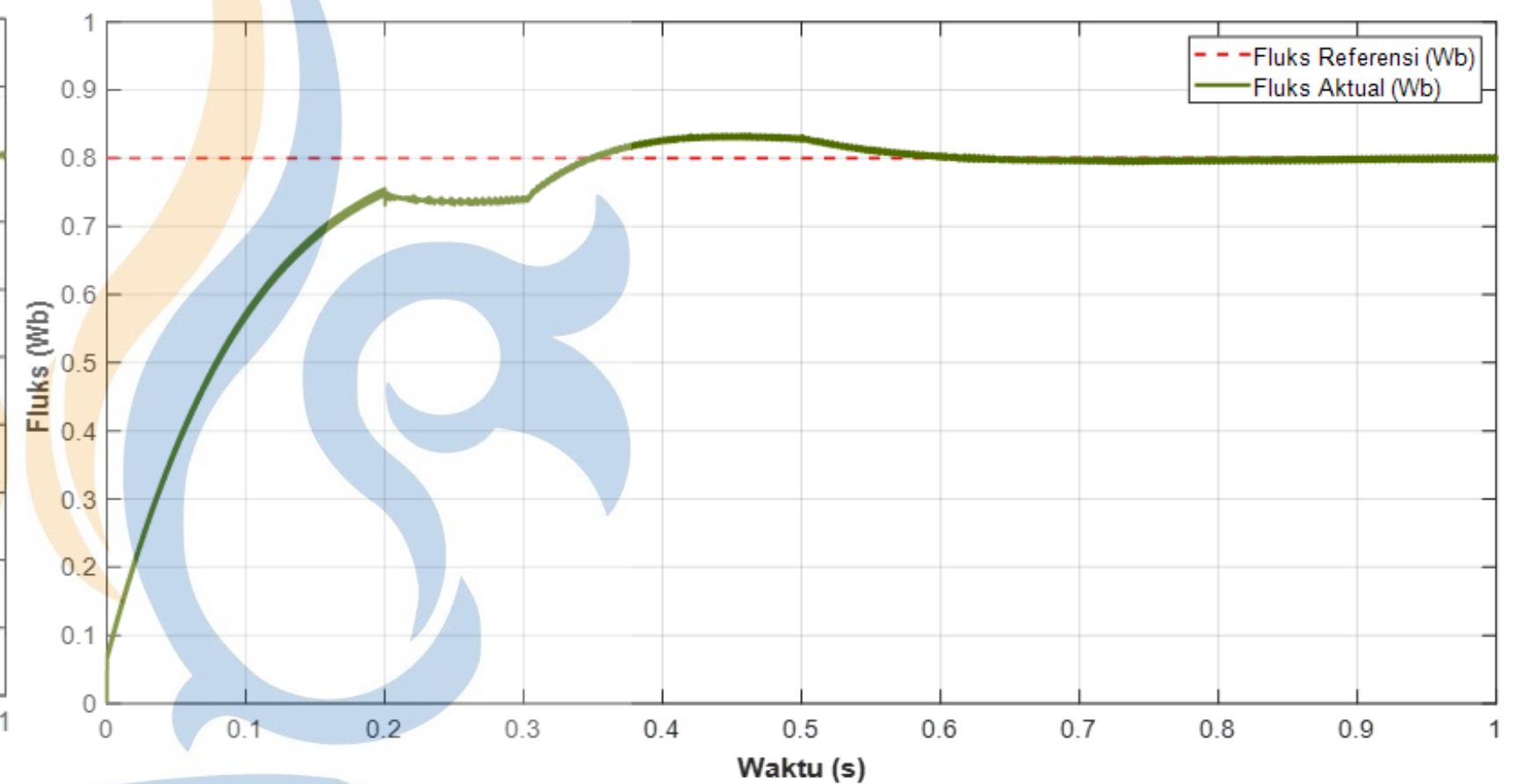
Grafik Fluks Stator *Dual Inverter* DTC HBPWM 0 Nm

- DTC Dual menghasilkan ripple fluks lebih kecil dibandingkan DTC Single, yaitu 1,17% dibandingkan 1,78%, sehingga fluks stator lebih stabil.
- Penggunaan dual inverter menghasilkan level tegangan yang lebih banyak sehingga pengaturan arus menjadi lebih halus dan mampu menjaga kestabilan fluks.
- Fluks yang lebih stabil menyebabkan pembentukan torsi lebih halus, sehingga mendukung penurunan torque ripple pada sistem DTC-HBPWM

PERBANDINGAN GRAFIK FLUKS VARIASI METODE



Grafik Fluks Stator *Single Inverter* DTC HBPWM 10 Nm



Grafik Fluks Stator *Dual Inverter* DTC HBPWM 10 Nm

- Saat diberikan beban 10 Nm, DTC Dual tetap mempertahankan ripple fluks lebih rendah sebesar 1,16% dibandingkan DTC Single sebesar 1,797%.
- Kestabilan fluks menunjukkan kemampuan DTC Dual dalam mempertahankan orientasi medan magnet meskipun terjadi perubahan beban.
- Fluks yang lebih stabil menghasilkan torsi yang lebih terkendali sehingga membantu menjaga kestabilan kecepatan dan daya mekanik motor.

PERBANDINGAN TORSI ELEKTROMAGNETIK METODE VF, DTC HBPWM SINGLE DAN DUAL INVERTER

Beban (Nm)	Metode	Torsi Transien Avg (Nm)	Torsi SS Avg (Nm)	Torsi Min (Nm)	Torsi Max (Nm)	Tpp (Nm)	Tr (%)
0	V/F Single Inverter	2,45	0,42	-6,46	55,78	7,63	1814,58
0	V/F Dual Inverter	2,46	0,36	-6,54	57,17	8,12	2255,5
0	DTC-HBPWM Single Inverter	1,93	0,46	-0,07	19,35	0,69	147,71
0	DTC-HBPWM Dual Inverter	2,29	0,45	0,18	19,32	0,31	67,66
10	V/F Single Inverter	6,79	10,42	-6,46	55,78	6,56	63,01
10	V/F Dual Inverter	6,83	10,34	-6,54	57,17	7,6	73,43
10	DTC-HBPWM Single Inverter	9,59	10,46	-0,07	19,35	0,7	6,73
10	DTC-HBPWM Dual Inverter	9,12	10,45	0,18	19,32	0,31	2,99

- V/F single dan dual inverter menghasilkan torque pulsation yang tinggi (sekitar 6–8 Nm), sehingga torsi mengalami fluktuasi besar dan kurang stabil.
- DTC-HBPWM single inverter mampu menurunkan torque ripple secara signifikan hingga sekitar 0,69–0,70 Nm, menunjukkan peningkatan kualitas pengendalian torsi.
- DTC-HBPWM dual inverter menghasilkan karakteristik arus yang lebih terkendali dengan ripple yang sedikit lebih rendah dibandingkan DTC single, sehingga mendukung kestabilan fluks dan torsi.

PERBANDINGAN KECEPATAN ROTOR METODE VF, DTC HBPWM SINGLE DAN DUAL INVERTER

Beban (Nm)	Metode	Kec. SS (rad/s)	Kec. SS (rpm)	Settling Time (s)	Rise Time (s)	Overshoot (%)	Undershoot (%)	SSE (%)
0	V/F Single Inverter	149,74	1429,92	0,1	0,06	2,03	0	0,17
0	V/F Dual Inverter	149,74	1429,91	0,1	0,06	2,2	0	0,17
0	DTC-HBPWM Single	150	1432,4	0,11	0,09	0,2	0	0
0	DTC-HBPWM Dual Inverter	150	1432,38	0,1	0,09	0,2	0	0
10	V/F Single Inverter	142,57	1361,43	0,51	0,01	7,16	1,38	4,95
10	V/F Dual Inverter	142,6	1361,7	0,51	0,01	7,32	1,16	4,94
10	DTC-HBPWM Single	149,99	1432,3	0,11	0,19	0,2	1,69	0,01
10	DTC-HBPWM Dual Inverter	150	1432,35	0,1	0,2	0,2	1,68	0

- V/F single dan dual inverter mengalami penurunan kecepatan ketika diberi beban 10 Nm hingga sekitar 1361 rpm dengan SSE sekitar 4,9% karena tidak mampu mengompensasi perubahan beban secara optimal.
- DTC-HBPWM single inverter mampu menjaga kecepatan mendekati referensi sekitar 1432 rpm dengan error sangat kecil akibat pengendalian torsi yang lebih baik.
- DTC-HBPWM dual inverter menghasilkan performa terbaik dengan SSE 0%, settling time 0,1 detik, dan respons kecepatan paling stabil pada berbagai kondisi beban.

PERBANDINGAN ARUS STATOR METODE VF, DTC HBPWM SINGLE DAN DUAL INVERTER

Beban (Nm)	Metode	Ia Transien (A)	Ib Transien (A)	Ic Transien (A)	Ia SS (A)	Ib SS (A)	Ic SS (A)	Ripple Avg P-P (A)
0	V/F Single Inverter	6,89	6,97	7,15	2,56	2,58	2,62	10,41
0	V/F Dual Inverter	7,02	7,13	7,29	2,56	2,62	2,63	8,71
0	DTC-HBPWM Single Inverter	3,62	3,73	3,7	3,18	3,18	3,17	9,86
0	DTC-HBPWM Dual Inverter	3,77	3,88	3,77	3,19	3,18	3,18	9,53
10	V/F Single Inverter	7,51	7,58	7,75	4,98	5,16	5,08	16,77
10	V/F Dual Inverter	7,59	7,68	7,84	4,98	5,17	5,05	17,86
10	DTC-HBPWM Single Inverter	4,67	4,77	4,73	4,55	4,59	4,61	13,51
10	DTC-HBPWM Dual Inverter	4,68	4,77	4,67	4,55	4,61	4,58	13,33

- V/F single dan dual inverter memiliki arus transien dan ripple yang lebih besar, terutama saat berbeban, sehingga menyebabkan respons torsi kurang stabil.
- DTC-HBPWM single inverter mampu mengurangi lonjakan arus dan menghasilkan arus yang lebih terkontrol dibandingkan metode V/F.
- DTC-HBPWM dual inverter menunjukkan kualitas arus terbaik dengan ripple lebih rendah dan distribusi arus yang lebih seimbang, sehingga mendukung kestabilan fluks dan torsi motor.

PERBANDINGAN DAYA MEKANIK METODE VF, DTC HBPWM SINGLE DAN DUAL INVERTER

Beban (Nm)	Metode	Daya SS Rata-rata (W)	Daya SS Maksimum (W)	Daya SS Minimum (W)	Fluktuasi Daya (W)
0	V/F Single	62,99	606,93	-535,59	1142,52
0	V/F Dual	53,88	667,08	-547,77	1214,85
0	DTC Single	69,22	94,12	0	94,12
0	DTC Dual	67,69	87,89	42,22	45,67
10	V/F Single	1485,24	1943,68	1009,57	934,11
10	V/F Dual	1475,07	2023,11	941,12	1081,99
10	DTC Single	1569,61	1594,04	1485,23	108,81
10	DTC Dual	1567,71	1587,75	1541,11	46,64

- V/F single dan dual inverter menghasilkan fluktuasi daya yang tinggi (mencapai lebih dari 900–1200 W) akibat torsi dan kecepatan yang kurang stabil.
- DTC-HBPWM single inverter mampu menurunkan fluktuasi daya secara signifikan menjadi sekitar 94–108 W, sehingga daya mekanik menjadi lebih stabil.
- DTC-HBPWM dual inverter memiliki performa terbaik dengan fluktuasi daya terkecil yaitu sekitar 45–46 W, menunjukkan bahwa kombinasi dual inverter dan DTC menghasilkan keluaran daya yang paling konstan.

PERBANDINGAN FLUKS STATOR DTC HBPWM SINGLE DAN DUAL INVERTER

Beban (Nm)	Metode	Fluks Rata-rata (Wb)	Ripple P-P (Wb)	Ripple (%)
0	DTC <i>Single</i>	0,79959	0,01423	1,78
0	DTC <i>Dual</i>	0,79996	0,00936	1,17
5	DTC <i>Single</i>	0,79908	0,01409	1,763
5	DTC <i>Dual</i>	0,8	0,00916	1,145
10	DTC <i>Single</i>	0,80084	0,01439	1,797
10	DTC <i>Dual</i>	0,80011	0,00928	1,16
15	DTC <i>Single</i>	0,80193	0,01272	1,586
15	DTC <i>Dual</i>	0,80104	0,01002	1,25

- Pada kondisi beban 0 Nm, DTC Dual menghasilkan ripple fluks lebih kecil yaitu 1,170% dibandingkan DTC Single sebesar 1,780%, sehingga fluks yang dihasilkan lebih stabil.
- Pada kondisi beban 10 Nm, DTC Dual juga menunjukkan ripple fluks yang lebih rendah yaitu 1,160% dibandingkan DTC Single sebesar 1,797%, menandakan kemampuan menjaga kestabilan fluks saat terjadi peningkatan beban.
- Ripple fluks yang lebih kecil pada DTC Dual menyebabkan pembentukan torsi menjadi lebih halus, sehingga mendukung penurunan torque ripple, menjaga kestabilan kecepatan, dan menghasilkan daya mekanik yang lebih stabil.

KESIMPULAN DAN SARAN PENELITIAN

» Kesimpulan

- Sistem DTC berhasil dirancang mengendalikan torsi dan fluks stator secara langsung, dengan kontroler PI mengeliminasi steady-state error hingga 0,01% pada beban 10 Nm.
- HBPWM $\pm 0,25$ A berhasil menekan arus transien 47,46% (6,89 A $\rightarrow$ 3,62 A), overshoot kecepatan konsisten 0,20% vs V/F yang mencapai 7,16%, dan ripple fluks dual inverter (1,16%) lebih rendah dari single inverter (1,80%) pada beban 10 Nm.
- DTC-HBPWM dual inverter unggul di semua parameter: T_{pp} 0,31 Nm (turun 55,71% vs single inverter), fluktuasi daya hanya 46,64 W vs V/F yang mencapai 1.081,99 W, SSE 0%, dan settling time 0,10 s. Sebaliknya, V/F dual inverter justru lebih buruk dari V/F single inverter, hal tersebut membuktikan keunggulan dual inverter hanya terwujud dengan pengendalian closed-loop yang tepat.

KESIMPULAN DAN SARAN PENELITIAN

» Saran

- Implementasi pada perangkat keras untuk memvalidasi performa sistem DTC-HBPWM dual inverter pada kondisi real-time dengan beban mekanik yang sesungguhnya.
- Penyetelan parameter kontroler PI dilakukan dengan metode trial and error sehingga menghasilkan nilai K_p dan K_i yang bersifat tetap dan tidak adaptif. Meskipun pada beban 10 Nm settling time masih terjaga di 0,11 s, karakteristik PI yang tidak adaptif berpotensi menurunkan performa pada kondisi beban yang lebih tinggi. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan mengganti kontroler PI konvensional dengan Fuzzy Logic-based PI Controller (PI-FLC) yang mampu menyesuaikan nilai K_p dan K_i secara dinamis sesuai kondisi operasi aktual.
- Perlu dilakukan analisis ketahanan sistem terhadap perubahan resistansi stator (R_s) akibat kenaikan suhu, mengingat akurasi estimasi fluks DTC sangat bergantung pada nilai R_s dalam model.

TERIMA KASIH

ATAS PERHATIANNYA

Presenter:

Nama Mahasiswa :

Fadilah Apriliya Sari

Nomor Induk Mahasiswa :

04221054

Dosen Pembimbing 1 :

Andhika Giyantara, S.T., M.T

Dosen Pembimbing 2 :

Riza Hadi Saputra, S.T., M.T.

Dosen Penguji 1 :

Risty Jayanti Yuniar, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 :

Happy Aprillia, S.ST., M.T., M.Eng., Ph.D.

INSTITUT TEKNOLOGI
KALIMANTAN