

**OPTIMALISASI DAYA KELUARAN LASER CO<sub>2</sub> TEA PULSA  
TIPE ELEKTRODA PIN HELIKEL**

Skripsi  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

diajukan oleh:  
**Sigit Gunarso**  
05620017

Kepada  
PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2010



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR**

Hal :

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Di Yogyakarta

*Assalamualaikum wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara :

Nama : Sigit Gunarso

NIM : 05620017

Judul Skripsi : “Optimalisasi Daya Keluaran Laser CO<sub>2</sub> TEA Pulsa Tipe Elektroda Pin Helikel Dengan Penambahan Gas N<sub>2</sub>”

Sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan / Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 01 November 2010

Pembimbing I

Drs. Subarkah

NIP. 19560217 198203 1 005



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR**

Hal :  
Lamp :

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Di Yogyakarta

*Assalamualaikum wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara :

Nama : Sigit Gunarso  
NIM : 05620017  
Judul Skripsi : "Optimalisasi Daya Keluaran Laser CO<sub>2</sub> TEA Pulsa Tipe Elektroda Pin Helikel"

Sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan / Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 01 November 2010  
Pembimbing II

Anis Yuniati, MSi  
NIP. 19830614 200901 2 009



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2236/2010

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Optimalisasi Daya Keluaran Laser CO<sub>2</sub> TEA Pulsa Tipe Elektroda Pin Helikel

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Sigit Gunarso

NIM : 05620017

Telah dimunaqasyahkan pada : 12 November 2010

Nilai Munaqasyah : B +

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Drs. Subarkah  
NIP. 19560217 198203 1 005

Penguji I

Lita Rahmasari, M.Sc

Penguji II

Tatik Juwariyah, M.Si

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 23 November 2010  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si  
NIP. 19550427 198403 2 001



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Yogyakarta, 01 November 2010



Sigit Gunarso

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

### **Bismillaahirrahmaanirrahiim**

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan petunjuk-Nya kepada seluruh umat manusia. Satu nikmat yang sangat agung dan mulia, yaitu nikmat yang berupa agama islam, yang tiada lain bertujuan sebagai rahmat untuk seluruh alam semesta. Nikmat yang menghantarkan kita kepada kebahagiaan, baik kebahagiaan jasmaniah, ataupun kebahagiaan ruhaniah yaitu nikmat iman dan ikhsan. Semulia-mulia sholawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi kita Muhammad SAW, yang telah memberi lentera kehidupan kepada ummatnya, kehidupan yang penuh kasih sayang dan penuh dengan keindahan, kehidupan yang penuh kecerdasan dan ketaqwaan, kehidupan yang penuh kelembutan dan keselarasan. Semoga kita termasuk umat yang mendapat syafa'at beliau. Amin.

Dengan iringan do'a kedua orang tua serta para guru, kyai dan masyaikh, dan tentunya kekuatan, kemudahan, dan keridhoan Allah SWT, akhirnya skripsi dengan judul "**Optimalisasi Daya Keluaran Laser CO<sub>2</sub> TEA Pulsa Tipe Elektroda Pin Helikel**" ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dorongan dan do'a dari semua pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati dan penuh rasa ta'dzim, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

2. Bapak Dr. Ir. Widi Setiawan selaku kepala Pusat PTAPB BATAN Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Suprpto selaku kepala TAFN BATAN Yogyakarta.
4. Bapak Drs. BA. Tjipto Sujitno, M.T, APU yang telah banyak membantu sehingga dapat terwujud karya ilmiah ini.
5. Bapak Drs. Subarkah selaku pembimbing I yang penuh kesabaran dan penuh keikhlasan dalam memberikan bimbingan, masukan dan saran kepada penulis.
6. Ibu Anis Yuniati, M.Si. selaku pembimbing II yang senantiasa sabar dan penuh keikhlasan dalam memberikan bimbingan, masukan dan saran kepada penulis.
7. Ibu Lita rahmasari, M.Sc dan Ibu Tati Juwariyah, M.Si selaku penguji I dan II yang telah banyak memberi saran, masukan serta perbaikan dalam skripsi ini.
8. Ibu Widayanti, M.Si selaku kepala program studi fisika yang telah banyak membantu selama berlangsungnya proses penyelesaian, serta jajaran staf dan dosen-dosen fisika.
9. Bapak Murtono, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bimbingan selama perkuliahan kami.
10. Segenap staf dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi, dan jajaran staf dan karyawan Laboratorium Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, atas bantuan dan dorongannya.
11. Seluruh jajaran staf dan karyawan Laboratorium TAFN BATAN, terutama bapak Samiaji dan bapak Slamet Riyadi yang telah banyak membantu.

12. Seluruh jajaran staf, karyawan, dan karyawan PTAPB BATAN Yogyakarta yang telah banyak membantu penelitian ini.

13. Sahabat-sahabatku seperjuangan yang telah saling mengisi dan memberikan masukan kepada penulis khususnya Mirza dan Ruhin semoga kalian senantiasa dalam lindungan Allah SWT.

14. Rekan-rekan Fisika 05 yang saling memberi motivasi.

15. Keluarga satu kontrakan Tong-tong, udin, abide dan andi yg senantiasa memanjatkan doa dan memberikan dukungan, serta keluarga PON PES Awang-Awang Umbulharjo Yogyakarta, Gus Ibnu, Gus Apiq, Gus Mukti, Gus Irham, Gus Luthfi terimakasih atas doa kalian.

16. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan sesuai dengan amal baik yang telah diberikan kepada penulis. Amin.

Skripsi ini tidak lepas dari kekurangan dan kelemahan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, amin.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 01 November 2010

Sigit Gunarso



## PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya kecilku ini teruntuk :

Yang terkasih, yang tercinta, yang termulya, yang teragung  
diantara makhluk seluruh alam semesta...

### **Kedua orang tuaku tercinta**

semoga engkau selalu dalam rahmat dan lindunganya...  
setiap tetesan air mata dan peluhmu untukku, semoga  
senantiasa menaikkan derajat kalian disisi Allah SWT,  
tiada kata yg bisa terucap untuk kalian wahai sang pelita  
hidupku,,kecuali engkau senantiasa tertulis dan terpatri  
didalam sanubariku...

### **kakak-kakakku tercinta**

keindahan belaian kasih kalian semasa kanak-kanaku  
hingga aku tumbuh dewasa seperti ini,,tiada pernah  
terlupakan dalam setiap benak dan anganku...

tiada sanggup aku untuk mempersembahkan sesuatu  
untuk kalian,kecuali doaku mengiringi kalian..

### **Murobbi Rukhinaa**

Untaian doa serta bimbingan kalian telah menghantarkan  
aku sampai disini, kalian mengajariku arti sebuah  
kehidupan, kalian menghantarkanku menemukan realitas  
ketuhanan..semoga Allah SWT senantiasa menambahkan  
derajat dan pengetahuan, serta mendekatkan kalian

kehadirat kekasih tercinta, murobbi diantara murobbi..baginda agung nabbiyuna Muhammad saw..

Ikatlah aku senantiasa dengan talimu,,pautkanlah aku senantiasa dengan hati kekasihmu..hantarkanlah aku senantiasa menuju pemilik jiwamu...amien...

### **sahabat-sahabatku tercinta**

kalian adalah keluargaku... punggung kalian selalu menjadi pijakanku dikala aku terpeleset.. tangan kalian selalu engkau ulurkan padaku ketika aku terjatuh... kaki kalian selalu menghampiriku ketika aku mulai mengaduh... senyum dan cinta kalian senantiasa menjadi kekuatanku untuk selalu bertahan..

Selamat berjuang untuk masa depan semoga kita di pertemukan kembali dalam kesuksesan dunia akhirat.

Hanya doa dan rindu yang senantiasa membasahi hati dan sanubariku untuk kalian, semoga hidayah dan berkah Allah senantiasa meliputi kalian wahai sahabatku...amien

SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

“Berdzikir dan berfikir, meningkatkan intelektualitas, integritas dan spiritualitas manusia, guna mengemban amanah menjadi khalifah di muka bumi”.

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. Yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan lanjut dan bumi (seraya berkata), “Ya Robb kami, tiadalah Engkau ciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka dipeliharalah kami dari siksa neraka.”

(Ali imran:190-191)

" Dan sungguh akan Kami berikan cobaan kepadamu, dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar. (yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka mengucapkan: "Inna lillaahi wa innaa ilaihi raaji'uun" Mereka itulah yang mendapat keberkatan yang sempurna dan rahmat dari Tuhan mereka dan mereka itulah orang-orang yang mendapat petunjuk. (Albaqarah:155-157)

“Apabila akhirat ada dalam hati, maka akan datanglah dunia menemaninya. Tapi apabila dunia ada di hati maka akhirat tidaklah akan menemaninya. Itu karena akhirat mulia dan dermawan, sedangkan dunia adalah hina”

(Abu Sulaiman Ad Daroni)

Ketika satu pintu kebahagiaan tertutup, pintu yang lain dibukakan. Tetapi acapkali kita terpaku terlalu lama pada pintu

yang tertutup sehingga tidak melihat pintu lain yang dibukakan bagi kita.

Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna.

(Einstein)

Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi.

( Ernest Newman)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan	vi
Kata Pengantar	vii
Halaman Persembahan	x
Motto	xii
Daftar Isi	xiv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xviii
Daftar Simbol	xx
Intisari	xxii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
I.1. Latar Belakang Masalah	1
I.2. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah	3
I.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
I.4. Keaslian Penelitian	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
II.1. Tinjauan Pustaka	6
II.2. Landasan Teori	6
II.2.1. Teori tentang laser	6
II.2.1.a. Proses absorpsi, emisi spontan, emisi terangsang	9

II.2.1.b. Populasi inversi	14
II.2.1.c. Sistem energi dalam laser	15
II.2.2. Teori laser CO <sub>2</sub>	18
II.2.2.a. Mode vibrasi	18
II.2.2.b. Mode rotasi	20
II.2.2.c. Tingkat energi molekul CO <sub>2</sub>	21
II.2.2.d. Proses pemompaan	22
II.2.3. Pengaruh penambahan gas	24
II.2.3.a. Gas oksigen	24
II.2.3.b. Gas CO	24
II.2.3.c. Gas He	24
II.2.3.d. Gas hidrogen	25
II.2.4.e. Gas Xenon	25
II.2.5.f. Gas Nitrogen	25
II.2.4. Resonator	26
II.2.5. Konstruksi laser CO <sub>2</sub>	30
II.2.6. Daya laser	35
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	<b>38</b>
III.1. Tempat dan Waktu Penelitian	38
III.2. Alat dan Bahan	38
III.3. Skema Alat Percobaan	40
III.4. Perencanaan dan Pelaksanaan Penelitian	42
<b>BAB IV. PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA</b>	<b>49</b>
IV.1. Keluaran Pulsa Laser	49

IV.2. Pengaruh Tekanan terhadap Daya Keluaran Laser	53
IV.3. Pengaruh Campuran Gas dan Tegangan terhadap Daya Keluaran Laser	55
IV.4. Pengaruh Tegangan terhadap Daya Keluaran Laser	57
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	63
DAFTAR PUSTAKA	



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Daya keluaran laser dengan variasi tekanan pada perbandingan gas CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> (10 : 10) dan tegangan 10 kV	53
Tabel 2. Daya keluaran laser dengan variasi tegangan 9,6 – 10,4 kV pada perbandingan gas CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> (10 : 8 – 10 : 16) dan tekanan 100 mmHg	55
Tabel 3. Daya keluaran laser dengan variasi tegangan 9,6 – 10,4 kV pada tekanan 100 mmHg dan perbandingan gas CO <sub>2</sub> : N <sub>2</sub> (10 : 10)	57



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Dua buah tingkat energi dengan jumlah atom $N_1, N_2$ dan degenerasi $g_1, g_2$	8
Gambar 2.2. Proses absorpsi	10
Gambar 2.3. Proses emisi spontan	11
Gambar 2.4. Proses emisi terangsang	12
Gambar 2.5. Populasi relatif dalam 2 tingkat energi untuk kesetimbangan termal	14
Gambar 2.6. Populasi inversi	15
Gambar 2.7. Sistem laser tiga tingkat	16
Gambar 2.8. Sistem laser empat tingkat	17
Gambar 2.9. Tiga macam mode vibrasi	20
Gambar 2.10. Tingkat energi molekul $\text{CO}_2$	21
Gambar 2.11. Cermin plan paralel	27
Gambar 2.12. Cermin konfokal	28
Gambar 2.13. Cermin sferis	29
Gambar 2.14. Cermin hemisferis	29
Gambar 2.15. Skema laser $\text{CO}_2$ TEA secara umum	30
Gambar 2.16. Rangkaian penyearah tegangan	31
Gambar 2.17. Rangkaian <i>marx bank</i>	32
Gambar 2.18. Sistem atom materi dua tingkat	34
Gambar 3.1. Perangkat laser $\text{CO}_2$ TEA pulsa	40
Gambar 3.2. Diagram alir perencanaan penelitian	42

Gambar 3.3. Diagram alir penelitian	44
Gambar 3.4. Proses pelurusan berkas	45
Gambar 4.1. Keluaran arus sebagai pemompa elektronik medium laser bentuk pulsa	50
Gambar 4.2. Bentuk keluaran pulsa laser CO <sub>2</sub>	50
Gambar 4.3. Waktu tunda antara pulsa pemompaan dengan keluaran pulsa laser	51
Gambar 4.4. Hubungan waktu tunda laser dengan pemompa elektronik	52
Gambar 4.5. Perubahan daya laser sebagai fungsi perubahan tekanan pada tegangan yang konstan (perbandingan gas 10 : 10)	53
Gambar 4.6. Perubahan daya laser sebagai fungsi perubahan tegangan dan perbandingan gas pada tekanan yang konstan	57
Gambar 4.7. Perubahan daya laser sebagai fungsi perubahan tegangan dan repetisi pada tekanan yang konstan	58
Gambar 4.8. Tingkat energi molekul CO <sub>2</sub>	60
Gambar 4.9. Dua tingkat energi $E_1$ dan $E_2$	62

## DAFTAR SIMBOL

$h$	= Tetapan Planck ( $6,626 \times 10^{-34}$ Js)
$E_1$	= Tingkat energi bawah
$E_2$	= Tingkat energi atas
$\nu$	= Frekuensi gelombang elektromagnetik
$N_1$	= Jumlah atom tingkat energi bawah
$N_2$	= Jumlah atom tingkat energi atas
$g_1$	= Degenerasi pada tingkat energi bawah
$g_2$	= Degenerasi pada tingkat energi atas
$\nu_1$	= Frekuensi pada mode simetri
$\nu_2$	= Frekuensi pada mode bengkok
$\nu_3$	= Frekuensi pada mode asimetri
$T$	= Suhu (Kelvin)
$k$	= Tetapan Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$ JK <sup>-1</sup> )
$\rho(\nu)$	= Rapat energi elektromagnet
$B_{12}$	= Probabilitas terjadinya serapan
$P_{\text{abs}}$	= Daya yang dipancarkan pada proses absorpsi
$A_{21}$	= Probabilitas terjadinya emisi spontan
$P_{\text{sp}}$	= Daya yang dipancarkan pada proses emisi spontan
$B_{21}$	= Probabilitas terjadinya emisi terangsang
$c$	= Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$ ms <sup>-1</sup> )
$J$	= Bilangan kuantum rotasi
$B$	= Tetapan Rotasi ( $0,387$ cm <sup>-1</sup> )
$L$	= Jarak pisah cermin pada resonator (cm)
$a_{1,2}$	= Setengah lebar cermin 1,2 pada resonator (cm)

- $\lambda$  = Panjang gelombang ( $\mu\text{m}$ )
- $R$  = Reflektivitas cermin
- $r_1$  = Jari-jari cermin 1 pada resonator (mm)
- $r_2$  = Jari-jari cermin 2 pada resonator (mm)
- $2\gamma_2$  = Waktu peluruhan (sekon/s)
- $r_e$  = Laju eksitasi atom
- $\xi$  = Laju interaksi antar atom



## INTISARI

Telah dilakukan pengoptimalan daya laser CO<sub>2</sub> pulsa dengan penambahan gas N<sub>2</sub> pada medium laser. Penelitian ini menggunakan laser CO<sub>2</sub> TEA pulsa tipe elektroda pin helikel buatan PTAPB-BATAN Yogyakarta, dengan penyedia daya tegangan tinggi searah, yang dilengkapi dengan rangkaian *marx-bank*. Pengamatan pulsa laser dilakukan dengan menggunakan osiloskop *Tetromic* tipe T904, dan detektor *Pyroelectric Long Pulse Energy Detector* model QE 25Lp-H-MB7400. Pada penelitian ini daya laser paling optimal diperoleh pada tekanan 100 mmHg, 10 kV dan pada perbandingan gas 10:10 yaitu sebesar 370 kWatt.

**Kata kunci** : laser CO<sub>2</sub>, gas N<sub>2</sub>, gas CO<sub>2</sub>, elektroda pin helikel



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Masalah

Laser merupakan salah satu hasil dari perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang sangat bermanfaat untuk manusia. Laser banyak digunakan dalam berbagai bidang, antara lain ; bidang fisika, kimia, biologi, komunikasi, kedokteran, persenjataan militer, energi, dan lain-lain.

Laser merupakan singkatan dari *Light Amplification Stimulated by Emission of Radiation* yang dapat diartikan sebagai penguatan cahaya dengan rangsangan pancaran radiasi. Laser merupakan sumber cahaya khas yang mampu menyediakan berkas cahaya yang memiliki kesejajaran tinggi, monokromatis, dan juga bersifat koheren.

Aksi laser pertama kali diamati pada tahun 1960 dengan merealisasikan laser dari bahan ruby. Kemudian pada tahun yang sama, Ali Javan merealisasikan laser gas pertama menggunakan He-Ne. Sejak saat itu maka berbagai penelitian tentang laser mulai berkembang dengan pesat.

Pada dasarnya mekanisme terjadinya laser merupakan proses interaksi gelombang elektromagnetik dengan atom-atom materi. Namun, interaksi tersebut baru akan menghasilkan laser apabila dalam sistem itu atom-atom mengalami populasi inversi antara tingkat energi dasar dan tingkat energi yang lebih tinggi (May, 1984).

Interaksi gelombang dengan materi memunculkan adanya fenomena proses transisi. Proses transisi terdiri atas proses transisi radiatif dan tidak radiatif. Proses transisi radiatif pada dasarnya terdiri atas dua transisi pokok, yaitu transisi

terimbas (*induced*) atau terangsang (*stimulated*) dan transisi radiasi spontan. Proses radiasi tidak radiatif muncul dari tumbukan tidak elastis yang menyebabkan terjadinya perpindahan energi dalam bentuk elektronik, vibrasi, dan rotasi ke unsur-unsur sekitarnya.

Dilihat dari bahan aktifnya, jenis laser dapat digolongkan menjadi laser gas, laser zat padat, dan laser zat cair. Laser CO<sub>2</sub> merupakan jenis laser gas yang pertama kali ditemukan oleh Patel pada tahun 1964 dengan medium aktif CO<sub>2</sub> murni. Penelitian selanjutnya oleh Patel, Legay, dan Legay-Sommaire mencoba untuk membuat sistem yang lebih efisien yang didasarkan pada pemindahan energi vibrasi dari N<sub>2</sub> ke CO<sub>2</sub>. Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa nitrogen dapat meningkatkan daya keluaran laser CO<sub>2</sub>, dari 1 mW menjadi 11,9 W dengan efisiensi konversi 3%, dengan keluaran cahaya infra merah koheren (Duley, 1976). Penelitian lain dilakukan oleh Moetler dan Ridgen yang menyatakan bahwa He sama pentingnya dengan N<sub>2</sub> karena daya yang lebih besar dapat dicapai dengan menambahkan He pada CO<sub>2</sub> (Mehta, 1980).

Tahun 1969 merupakan puncak dalam pengembangan laser pulsa dan laser kontinyu. Seiring perkembangan itu Patel, Tien, dan Mc Fee menggunakan CO<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>-He dengan aliran gas (*gas flow*) pada tabung sepanjang 230 cm dan air sebagai pendingin yang mengalir di luar tabung. Dari eksperimen ini diperoleh daya keluaran sebesar 106 W dan efisiensi sebesar 6,2 %.

Laser CO<sub>2</sub> termasuk jenis laser gas yang mengeluarkan pancaran radiasi infra merah dengan panjang gelombang 9,6  $\mu\text{m}$  yang terjadi pada tingkat vibrasi rotasi 00<sup>0</sup>1 dan 02<sup>0</sup>0 serta 10,6  $\mu\text{m}$  yang terjadi pada tingkat vibrasi rotasi 00<sup>0</sup>1

dan  $10^0$ . Dengan panjang gelombang ini, laser CO<sub>2</sub> mempunyai daya keluaran dan efisiensi yang tinggi.

Dalam perkembangannya, laser CO<sub>2</sub> memiliki berbagai macam konstruksi dan teknik eksitasi medium aktif. Dilihat dari konstruksinya, laser CO<sub>2</sub> dapat dikelompokkan dalam 5 kategori, yaitu : (1) laser CO<sub>2</sub> aliran gas longitudinal, (2). Laser CO<sub>2</sub> aliran gas transversal, (3). Laser CO<sub>2</sub> tertutup, (4). Laser CO<sub>2</sub> TEA, (5). Laser CO<sub>2</sub> gas dinamik.

Berdasarkan perkembangan-perkembangan dan manfaat tersebut di atas maka dilakukan penelitian optimasi daya keluaran laser CO<sub>2</sub> pulsa. Konstruksi laser CO<sub>2</sub> yang digunakan dalam penelitian ini adalah laser CO<sub>2</sub> TEA pulsa tipe pin elektrode helikel. Penambahan gas N<sub>2</sub> pada medium aktif gas CO<sub>2</sub>, untuk meningkatkan daya keluaran laser dalam penelitian ini. Selanjutnya dicari perbandingan antara gas N<sub>2</sub> dengan CO<sub>2</sub> sampai diperoleh daya keluaran yang optimal. Selain itu juga dilakukan pengamatan tentang pengaruh tekanan dan tegangan terhadap daya keluaran laser.

## **I.2. Rumusan Masalah Dan Batasan Masalah**

### **I.2.1. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah mengenai pengoptimalan daya keluaran laser CO<sub>2</sub> TEA pulsa dengan penambahan gas N<sub>2</sub>.

### **I.2.2. Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah agar lebih memfokuskan hal-hal yang perlu diteliti. Batasan masalah tersebut antara lain:



- a. Laser yang digunakan adalah laser gas CO<sub>2</sub> TEA pulsa tipe elektrode pin helikel dengan panjang tabung medium aktif 1,95 m, diameter tabung 0,25 m dan reflektivitas cermin resonator 99 % dan 70 %.
- b. Medium aktif yang digunakan adalah gas CO<sub>2</sub> dan gas N<sub>2</sub>.

### **I.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian**

#### **I.3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Memahami konsep teori laser terutama laser CO<sub>2</sub>
- b. Menentukan daya keluaran laser optimal dalam kaitannya dengan :
  - Pengaruh penambahan gas N<sub>2</sub> pada CO<sub>2</sub>
  - Pengaruh tekanan dan tegangan tinggi

#### **I.3.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah lebih memahami konsep teori laser CO<sub>2</sub>, konstruksinya, dan juga juga hal-hal yang berkaitan dengan hal tersebut. Kemudian dalam kaitannya dengan pengembangan penelitian dan dunia pendidikan tinggi diharapkan dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat dan menambah khasanah studi tentang laser, khususnya laser CO<sub>2</sub> pulsa.

#### **I.4. Keaslian Penelitian**

Dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### V.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan hasil sebagai berikut:

1. Besarnya tegangan, perbandingan gas, dan tekanan berpengaruh terhadap besar daya laser. Semakin besar tegangan dan tekanan pada perbandingan campuran gas tertentu maka semakin bertambah besar pula daya laser yang dihasilkan. Pada daerah tertentu daya laser tidak dapat bertambah secara terus menerus akan tetapi berhenti, dan dapat mengalami penurunan. Keadaan ini disebut kejenuhan/*saturation*.
2. Pada penelitian ini besar daya laser yang paling optimal dicapai pada campuran gas 10 : 10 tegangan 10 kV, dan tekanan 100 mmHg, yaitu sebesar 370 kW.

#### V.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Menggunakan osiloskop digital yang dapat digunakan untuk mencetak gambar keluaran pulsa laser.
2. Menggunakan detektor yang mempunyai tingkat ketepatan yang tinggi untuk menghitung besar daya pulsa laser.
3. Menggunakan resonator yang lebih stabil sehingga dapat diperoleh daya laser yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, R., 1999, "Pengaruh Komposisi Gas dan Tekanan Terhadap Daya Keluaran Laser CO<sub>2</sub> Kontinyu", Skripsi FMIPA – UNAIR, Surabaya.
- Demtroder, W., 1981, "*Lasers Spectroscopy (Basic Concept & Instrumentation)*", Springer – Verlag, Berlin.
- Duley, W.W., 1976, "*CO<sub>2</sub> Lasers Effect and Application*", Academic Press, London.
- Firmansyah, A., 1999, "Perhitungan Efisiensi Daya Keluaran Laser Laser CO<sub>2</sub> Kontinyu", Laporan Kerja Praktek Teknik Elektro – STTNAS, Yogyakarta.
- Heavens, O.S., 1969, "*Lasers Light Amplifiers And Oscilators*", Academic Press, London.
- Herzberg, G., 1964, "*Molecular Spectra and Molecular*", Vand Nostrand, New York.
- Hogervorst., 1988, "*Lasers Physics*", Free University, Amsterdam.
- Kusnowo, A., 1984, "Laser Gas dan Zat Cair", Lembaga Fisika Nasional – LIPI, Bandung.
- May, O.T., 1984, "Konsep Dasar Teori Laser", Lembaga Fisika Nasional – LIPI, Bandung.
- Mehta N. H., 1980, "*Carbon Dioxide Lasers*", Departement of Electric Engginering, Bombay.
- Muwarni, L.S.R., 1985, "Konstruksi dan Penelitian Pengaruh Tegangan Tinggi Serta Komposisi Gas Terhadap Daya Keluaran Laser CO<sub>2</sub> Kontinyu", Skripsi FMIPA – UGM, Yogyakarta.

Pedrotti, L.F. and Pedrotti, S.L., 1987, "*Introduction to Optics*", Prentice – Hall, New Jersey.

Santoso, B., 1990, "Fisika Laser", Perpustakaan UGM Fakultas MIPA, Yogyakarta.

Sunarti, T., 1995, "Simulasi Mekanisme dan Mode Aksial Laser", Tesis Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.

Suwasono, P., 1994, "Waktu Tunda Pulsa Laser Terhadap Pulsa Tegangan Pemompa Pada Laser CO<sub>2</sub> TEA Pulsa Tipe Elektroda Pin Helikel", Tesis Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.

Svelto, O., 1989, "*Principles of lasers*", Plenum Press, New York.

Witteman, W.J., 1987, "*The CO<sub>2</sub> Lasers*", Springer – Verlag, Berlin.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA