

ANALISIS STRESS CORROSION CRACKING AISI C20500 DENGAN VARIASI PEMBEBANAN PADA MEDIA KOROSI AIR

*Fajar Eka Putrandono¹, Athanasius Priharyoto Bayuseno²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang Semarang (024) 7460059 Fax (024) 7460059

*E-mail: fajarekaputra2112@gmail.com

Abstrak

Pengujian *Stress Corrosion Cracking (SCC)* dilakukan untuk mengetahui korosi retak tegang pada logam akibat dari gabungan antara gaya tarik statik dengan lingkungan khusus. SCC terjadi karena adanya tiga kondisi yang saling berkaitan, yaitu adanya tegangan tarik, lingkungan yang korosif, dan sensitifitas material. Pada pengujian ini menggunakan spesimen kuningan. Tegangan yang diberikan berupa tegangan tarik yang berasal dari pembebanan statik pada sistem pengungkit dengan variasi pembebanan 20 kg, 25 kg, dan 30 kg. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa kegagalan disebabkan karena pengaruh media korosif. Semakin besar tegangan, maka terjadinya *Stress Corrosion Cracking* semakin cepat. Kekerasan uji menurun seiring dengan lamanya benda uji terendam dalam media korosif. Jenis retak yang terjadi pada Kuningan adalah retak *intergranular*.

Kata Kunci: Jenis spesimen uji, Lingkungan korosif, *Stress Corrosion Cracking*, Variasi pembebanan

Abstract

Stress Corrosion Cracking (SCC) testing is employed to determine stress corrosion cracking of the brass as a result of combination between static tensile stress and corrosive environment. SCC occurred because there are three related conditions, those are tensile stress, corrosive environment and susceptible material. The material used for the experiment is brass. SCC test was done by creating a condition of the specimen in order to get stress on the corrosive environment. The stress given is a tensile stress that comes from the static loading on the lever system with 3 variation of loading : 20 kg, 23 kg, and 30 kg. From the observations show that the failure is caused due to the effect of corrosive media, it is pointed out that the working stress is below the yield stress of the material. The greater the stress, the occurrence of stress corrosion cracking faster. Hardness of declines with the length of the test specimen submerged in corrosive media. Types of cracks that occur in Brass is intergranular cracking.

Keywords: Corrosive environment, *Stress Corrosion Cracking*, Type of the test specimen, Variation of loading

1. PENDAHULUAN

Logam kuningan (*Brass Sheet*) merupakan logam paduan yang sangat penting didalam dunia industri kimia dan listrik. Kuningan merupakan logam dengan penghantar panas dan listrik yang sangat baik, selain itu juga memiliki sifat ulet dan memiliki sifat mampu bentuk yang baik.

Stress Corrosion Cracking atau Korosi Retak Tegang merupakan kegagalan intergranular pada kuningan akibat kegiatan gabungan antara tegangan tarik statik dengan lingkungan khusus. Bentuk korosi ini sangat lazim dijumpai lingkungan industri. SCC terjadi karena adanya tiga kondisi yang saling berkaitan, yaitu adanya tegangan tarik, lingkungan yang korosif, dan temperatur yang tinggi (Gambar 1).

Pengujian SCC sudah pernah dilakukan, yaitu oleh Meika Nanta S.T. dari jurusan Teknik Mesin Undip angkatan 2006. Pengujian tersebut menggunakan spesimen stainless steel dan media korosi HCL 1M. Dari hasil pengujian diperoleh laju korosi dan *weight loss* yang besar. Waktu yang dibutuhkan spesimen sampai mengalami kegagalan juga singkat. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dibandingkan dengan menggunakan spesimen kuningan dan media korosi air.

Pengujian ini perlu dilakukan karena SCC tidak dapat diduga datangnya dan dapat menyebabkan pengurangan dimensi dan kekuatan, meskipun penelitian intensif telah dilakukan tetapi kita baru sampai pada pemahaman tentang proses proses yang terlibat. Sementara usaha usaha pengendaliannya sampai sekarang masih sering gagal. Sehingga sering kali bahan yang di pilih karena ketahanannya terhadap korosi ternyata gagal terhadap tegangan yang jauh di bawah tegangan perputahan normal/tegangan maksimum.

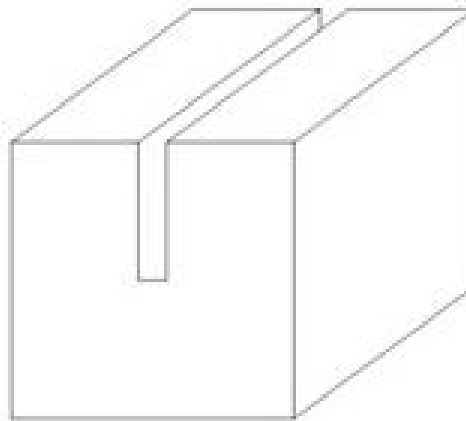


Gambar 1. Keterkaitan Tiga Kondisi yang Menyebabkan SCC

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pembuatan Beban pada alat uji

Pembuatan beban yang digunakan adalah dari campuran pasir dan semen, beban di buat berbentuk balok. Fungsi beban pada pengujian ini adalah untuk memberikan gayapadapengungkit yang dilanjutkan pada spesimen uji. Berat beban pada alat uji ini adalah 20 kg, 25 kg, 30 kg, namun pada pembuatan beban dengan menggunakan berat 10 kg sebanyak 3 buah dan memanfaatkan beban yang sudah ada senilai 5 kg. Beban yang dibuat bisa dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Beban alat uji SCC

Berat beban uji yang dipilih adalah :

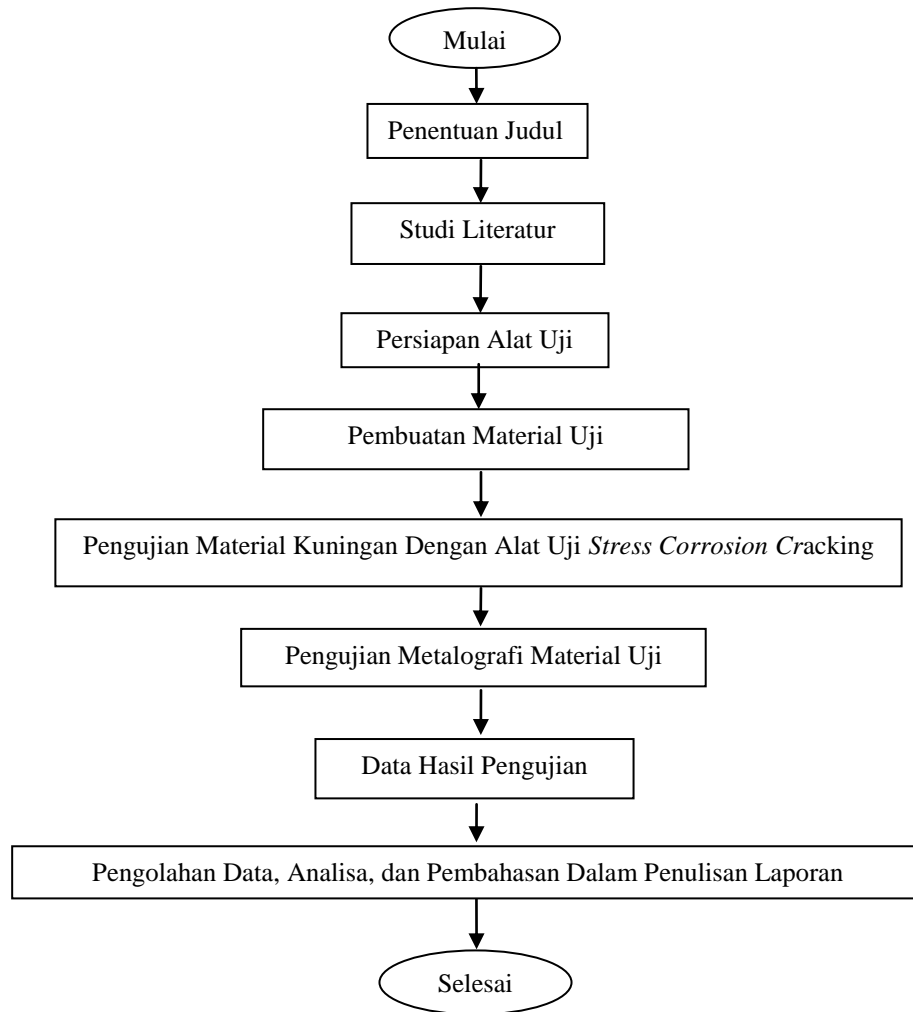
- a. Beban uji 1 : 20 kg
- b. Beban uji 2 : 25 kg
- c. Beban uji 3 : 30 kg
- d. Pengait beban uji : 1.2 kg

2.2 Perlindungan korosi dan Media korosi Alat Uji

Pemberian perlindungan pada pengait spesimen uji bertujuan supaya pada waktu pengujian pengait spesimen uji tersebut tidak ikut terkena korosi. Perlindungan yang dilakukan adalah dengan memberikan lem kaca pada pengait spesimen uji tersebut pada saat benda uji sudah diletakan. Media korosi yang digunakan pada pengujian *Stress Corrosion Cracking* adalah air dan dibutuhkan sebanyak 13 Liter agar bak penampung Terisi dengan penuh pada batas atas pengait spesimen.

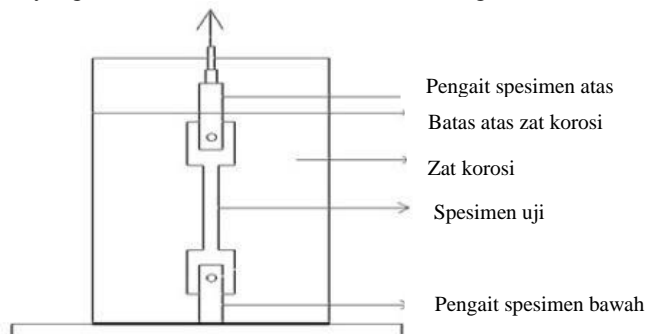
2.3 Pengujian

Pengujian *Stress Corrosion Cracking* pada material *kuningan* bertujuan untuk menciptakan perlakuan khusus pada spesimen uji untuk menerima tegangan tertentu pada lingkungan yang bersifat korosi.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan secara umum adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Skema pengujian SCC

- Memasang spesimen uji pada penggait dan melakukan setting dengan panskrup untuk selanjutnya melakukan pembebanan.
- Melapisi penggait bagian atas maupun bawah dengan lem supaya tidak rusak karena zat korosif.
- Menuangkan media korosi pada bak penampung sampai pada batas atas, agar spesimen uji tercelup semua.
- Memasang beban yang telah ditentukan yaitu 20 kg, 25 kg, dan 30 kg untuk menghasilkan nilai tegangan. Dalam tabel 2 dijelaskan konversi beban ke tegangan untuk berbagai nilai beban.
- Mengukur pertambahan panjang spesimen uji dengan jangka sorong pada waktu yang telah ditentukan, yaitu 6 jam sekali. Teknik pengukurannya yaitu dengan memberikan garis pada bagian terluar *gauge length*, garis tersebut digunakan sebagai titik acuan pengukuran
- Mengulangi langkah ke empat sebanyak 5 kali untuk setiap kali pengujian.

2.4 Pengujian Komposisi Kimia Pada Benda Uji

Pengujian komposisi dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Data hasil pengujian tersebut akan kami gunakan untuk menganalisis beberapa faktor terjadinya fenomena yang terdapat di dalam proses terjadinya erosi korosi. Dari pengujian komposisi maka dapat diketahui komposisi kimia yang terkandung didalam baja karbon dan *stainless steel*.

2.5 Metalografi

Dengan metalografi maka dapat diketahui bentuk struktur mikro dan dapat dilakukan pengamatan jenis retakan yang terjadi pada spesimen uji. Metalografi dilakukan pada pembesaran 100 X, 400 X, 500 X.

2.6 Pengujian Kekerasan

Material uji yang telah di mikrogarafi selanjutnya digunakan untuk pengujian kekerasan, pada saat diuji material uji di polis kembali setelah itu di etsa. Pengujian kekerasan menggunakan metode *mikro hardness vikera* (Gambar 5), pengujian dilakukan di Laboratorium Universitas Gajah Mada.



Gambar 5. *Micro Hardness Vickers*

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Karakteristik Material Uji

Dalam penelitian *Stress Corrosion Cracking* ini bahan yang digunakan sebagai material uji adalah kuningan. Material ini dipilih karena banyak di aplikasikan baik dilingkungan industri maupun kontruksi dan dianggap material yang paling tahan terhadap serangan korosi.

Komposisi kimia dan sifat-sifat mekanik dari material *AISI C20500* adalah sebagai berikut:

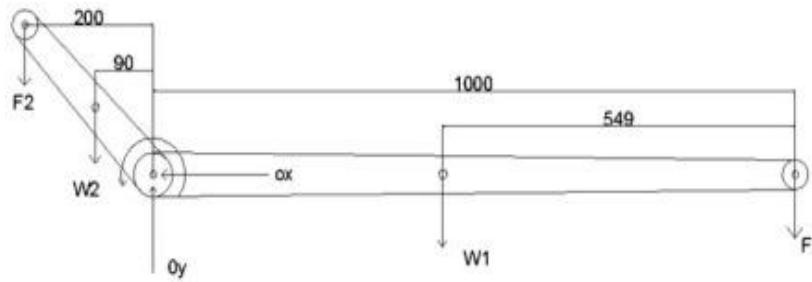
Tabel 1. Komposisi Kimia Kuningan

Unsur	%
Cu	69,400
Zn	29,600
Pb	0,0351
Sn	0,3420
Mn	0,0236
Fe	<0,0050
Ni	0,0803
Si	0,0626
Mg	<0,0050
Cr	0,0168
Al	<0,0050
As	0,0135
Be	<0,0020
Ag	0,0123
Co	0,0313
Bi	0,0588
Cd	0,0943
Zr	0,0155

3.2 Konversi nilai beban ke tegangan tiap specimen alat uji SCC

Perhitungan konversi nilai beban ke nilai tegangan yang diterima oleh setiap specimen, adalah sebagai berikut :

Diagram benda bebas:



Gambar 6. DBB Sistem Pengungkit

- a. Data diketahui :
- Massa batang 1 (W_1) : 6 kg
 - massa batang 2 (W_2) : 2,5 kg
 - Gaya akibat beban (F_1)
 - Gaya yang di terima oleh specimen (F_2)
 - Perhitungan gaya F_2 :
- b. $(F_2 \times 200) + (W_2 \times 90) - (W_1 \times 451) - (F_1 \times 1000) = 0$

Tabel 2. Konversi massa ke newton

F1 (Kg)	F2 (N)
20	1102,69 N
25	1347,94 N
30	1593,19 N

3.3 Pengujian Benda Uji Tanpa Media Korosi

Tabel 3. Data pada tegangan 224,66 Mpa

Tegangan (Mpa)	Waktu (jam)	Pertambahan Panjang (mm)
224,66	6	200,30
224,66	12	200,65
224,66	18	200,85
224,66	24	201,10
224,66	30	201,35
224,66	36	201,65
224,66	42	201,90
224,66	48	202,20
224,66	54	202,45
224,66	60	202,70
224,66	66	203,00
224,66	72	203,20
224,66	78	203,50
224,66	84	203,75
224,66	90	204,00
224,66	96	204,30
224,66	102	204,60
224,66	108	204,95
224,66	114	205,25
224,66	120	205,50
224,66	126	205,80
224,66	132	206,15
224,66	138	206,50

224,66	144	206,85
224,66	150	207,20 (PATAH)

Tabel 4. Data pada tegangan 183,78 Mpa

Tegangan (Mpa)	Waktu (jam)	Pertambahan Panjang (mm)
183,78	6	200,20
183,78	12	200,35
183,78	18	200,60
183,78	24	200,80
183,78	30	200,95
183,78	36	201,10
183,78	42	201,30
183,78	48	201,50
183,78	54	201,65
183,78	60	201,85
183,78	66	202,00
183,78	72	202,25
183,78	78	202,40
183,78	84	202,60
183,78	90	202,85
183,78	96	203,15
183,78	102	203,30
183,78	108	203,55
183,78	114	203,75
183,78	120	203,90
183,78	126	204,05
183,78	132	204,30
183,78	138	204,45
183,78	144	204,65
183,78	150	204,95
183,78	156	205,10
183,78	162	205,35
183,78	168	205,55
183,78	174	205,85
183,78	180	206,00
183,78	186	206,25
183,78	192	206,50
183,78	198	206,65
183,78	204	206,90 (PATAH)

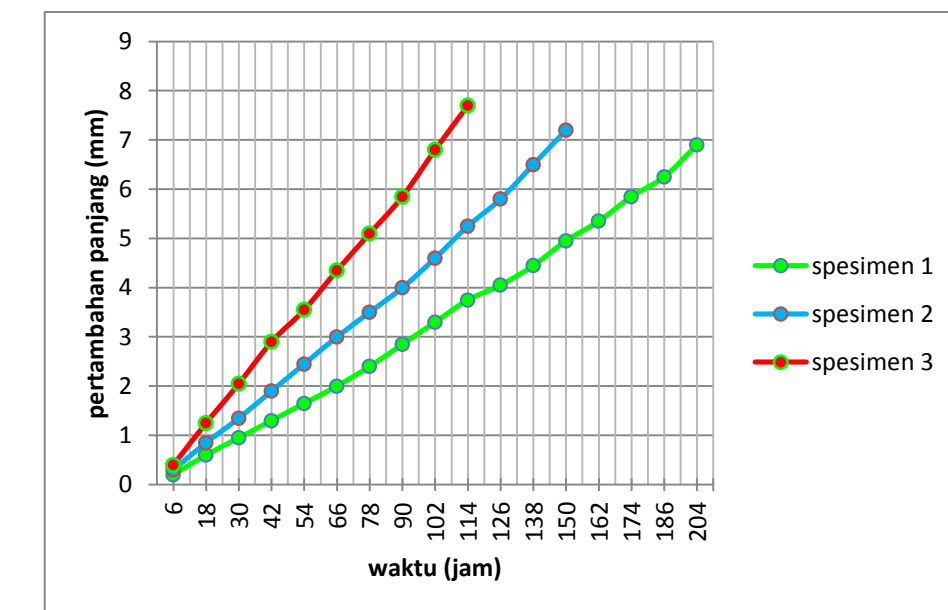
Tabel 5. Data pada tegangan 265,53 Mpa

Tegangan (Mpa)	Waktu (jam)	Pertambahan Panjang (mm)
265,53	6	200,40
265,53	12	200,85
265,53	18	201,25
265,53	24	201,65
265,53	30	202,05
265,53	36	202,45
265,53	42	202,90
265,53	48	203,20
265,53	54	203,55
265,53	60	203,95
265,53	66	204,35
265,53	72	204,70

265,53	78	205,10
265,53	84	205,50
265,53	90	205,80
265,53	96	206,35
265,53	102	206,80
265,53	108	207,30
265,53	114	207,70 (PATAH)

Tabel 6. Nilai kekerasan mikro Vickers benda uji pada berbagai pembebanan

No	Pembebanan Benda Uji	d1 (μm)	d2 (μm)	d rata-rata	Kekerasan (VNH)
1	20 Kg	31,00	30,00	30,50	99,70
2		29,00	28,50	29,50	106,50
3		29,50	29,50	29,75	104,80
4	25 Kg	29,25	29,00	29,25	108,40
5		30,00	29,50	29,75	104,80
6		30,05	30,00	30,25	101,30
7	30 Kg	29,50	29,50	29,50	106,50
8		30,00	30,50	29,50	106,50
9		29,50	28,00	29,00	104,80

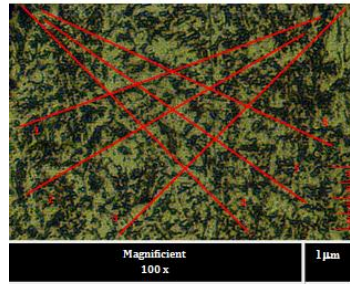


Gambar 7. Grafik hubungan pertambahan panjang dengan waktu Spesimen Kuningan dengan variasi tegangan 183,78 MPa, 224.66 Mpa dan 265,53 MPa

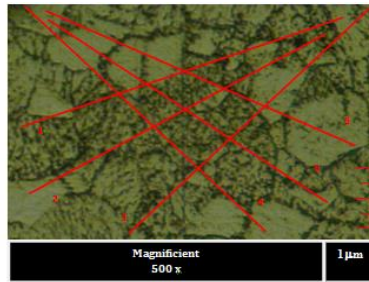
3.4 Metalografi

1. Metalografi pada spesimen sebelum pengujian *Stress Corrosion Cracking*

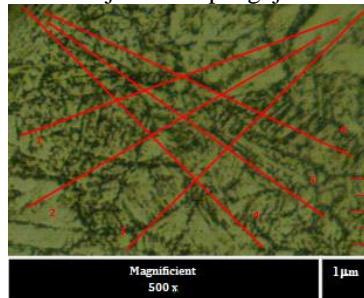
Gambar di bawah ini merupakan hasil mikrografi yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 1 strip yang nilainya sama dengan 10 mikron. Mikrografi spesimen ini dilakukan sebelum pengujian.



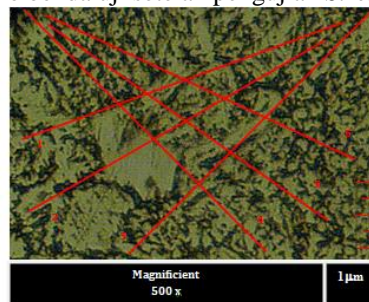
Gambar 8. Bentuk struktur mikro benda uji sebelum pengujian *Stress Corrosion Cracking*



Gambar 9. Bentuk struktur mikro benda uji setelah pengujian *Stress Corrosion Cracking* beban 30 kg



Gambar 10. Bentuk struktur mikro benda uji setelah pengujian *Stress Corrosion Cracking* beban 25 kg



Gambar 11. Bentuk struktur mikro benda uji setelah pengujian *Stress Corrosion Cracking* beban 20 kg

4. KESIMPULAN

- 1) Fenomena terjadinya *Stress Corrosion Cracking* Kuningan dipengaruhi beberapa faktor yaitu tegangan, jenis media korosi air.
- 2) Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa kegagalan disebabkan karena pengaruh media korosif, hal ini ditunjukkan bahwa tegangan yang bekerja masih dibawah tegangan luluh material.
- 3) Semakin besar tegangan, maka terjadinya *Stress Corrosion Cracking* semakin cepat. Kekerasan uji menurun seiring dengan lamanya benda uji terendam dalam media korosif. Jenis retak yang terjadi pada Kuningan adalah retak *intergranular*.

REFERENSI

- [1] Badaruddin, M. , Suudi, A. , Hamni A. , 2006, "*Perilaku Korosi Retak Tegang Stainless Steel 304 Dalam Lingkungan Asam Sulfat Akibat Prestrain*", Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [2] ASM international, 1990, "*Welding Brazing and soldering Vol 6*", United States of America.
- [3] ASM international, 1987, "*metal handbook ninth edition Vol 13 corrosion*", metal park, Ohio.
- [4] "Lingkaran Mohr Dan Source", <http://www.bambangpurwantana.staff.ugm.ac.id> (Diunduh Tanggal 10 Februari

2012)

- [5] Gadang, P. , 2008, *Kamus Saku Korosi Material (Free E-Book Edisi Mahasiswa, Vol 1, No 1)*, Jakarta.
- [6] Sieradzki, K., 2003, “*Stress Corrosion Cracking*, Arizona State University.
- [7] Trethwey, K.R , Chamberlain, J. , 1991, “*Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*”, Terjemahan Alex Tri Kantjono Widodo, PT. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- [7] Scheel, J. E. , 2008, “*Mitigation Of Stress Corrosion Cracking in Nuclear Weldemens Using Low Plasticity Burnishing*”, Florida, United States of America.