

Analisis Pengaruh Variasi Komposisi terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa

Zidane Al Bayan Sulaksono^{1*}, Fais Hamzah², Widya Emilia Primaningtyas³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: zidanesulaksono@student.ppns.ac.id^{1*}

Abstract – One of the transportation supporting the economy in Indonesia is the ship. The government prioritizes the maritime sector in national development, which has a positive impact on the domestic shipping industry in the production of ships with various raw materials being developed. Fiberglass is a type of FRP (Fiber Reinforced Plastic) reinforcing fiber. In the manufacture of FRB (Fiber Reinforced Boat), fiberglass is an important part, its texture is light, and sharp, easily blown by the wind and can be inhaled into the breath which is not good for health. Indonesia is overgrown with coconut plants, parts of the coconut plant have many benefits, but coconut coir is less used, and is considered a waste that accumulates under coconut plants and is left to rot, therefore it is necessary to use coconut coir as an alternative to natural fiber from coconut coir. Synthetic fibers in the manufacture of composites. In this study, a study was conducted on the effect of composition on the tensile strength of coconut fiber reinforced composites, using a fiber delignification time of 45 minutes and the variation of fiber composition was 20%, 30% and 40% based on volume fraction. Coconut coir fiber is carried out by delignification process using NaOH solution with a concentration of 5% for 45 minutes. The composite with the highest tensile strength was 40% fiber composition, which was 60.96 ± 6.36 MPa. While the lowest tensile strength with a fiber composition of 20% is 31.88 ± 9.51 MPa.

Keyword: Coconut Coir Fiber, Delignification, Composition, Tensile Strength.

Nomenclature

ρ	massa jenis [gram/cm ³]
m	massa [gram]
v	volume [cm ³]
V_c	volume cetakan [cm ³]
ρ_s	massa jenis serat [gram/cm ³]
ρ_r	massa jenis resin [gram]

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim dengan transportasi penunjang ekonomi adalah kapal. Pemerintah memprioritaskan sektor maritim dalam pembangunan nasional, yang mana berdampak positif bagi industri perkapalan dalam negeri untuk memproduksi kapal dengan berbagai bahan baku dalam pengembangan produknya. Tentunya dengan semakin berkembangnya industri tersebut, sangat dibutuhkan riset mengenai bahan baku sehingga harapannya kualitas produk yang dihasilkan oleh perusahaan lebih berkembang

Fiberglass atau serat kaca merupakan salah satu jenis serat penguat FRP (*Fiber Reinforced Plastic*). Dalam pembuatan FRB (*Fiber Reinforced Boat*), *fiberglass* merupakan bagian penting, FRP merupakan bahan material yang ringan, kuat, dan mudah dibentuk menjadikannya banyak digunakan sebagai bahan material dasar pada kebanyakan dunia industri untuk produknya. Namun *fiberglass* memiliki tekstur yang ringan, kecil, tajam membuatnya mudah terbawa angin dan terhirup sehingga berbahaya

untuk kesehatan.

Indonesia banyak ditumbuhi dengan tanaman kelapa, bagian dari tanaman kelapa memiliki banyak manfaat, namun untuk sabut kelapa masih kurang dalam pemanfaatannya, dan dianggap sebagai limbah yang ditumpuk di bawah tanaman kelapa lalu di biarkan membusuk, maka dari itu perlu adanya pemanfaatan sabut kelapa sebagai serat alami alternatif dari serat sintesis dalam pembuatan komposit

Serat dan matrik merupakan komponen utama dalam penelitian ini, dengan menggunakan penguat serat alami dan jenis resin *polyester* sebagai matriksnya, dalam pembuatan komposit ada beberapa proses yang dilakukan untuk menghasilkan komposit dengan pengujian tarik optimum, salah satunya adalah proses delignifikasi yang merupakan proses penghilangan komponen penyusun serat yang kurang efektif, sehingga kekuatan antarmuka dan kekasaran permukaan serat pun akan meningkat sehingga dapat meningkatkan daya ikat *interfacial* antara serat dan matrik yang berpengaruh pada proses pencampuran matrik nantinya campuran serat dan matrik merupakan salah satu diantara proses penting dalam pembuatan komposit, apabila serat terlalu banyak maka resin atau perekat juga menjadi sedikit begitupun sebaliknya, sehingga berakibat juga pada kekuatan dari komposit tersebut, maka

dari itu perlunya komposisi yang pas agar mendapat kekuatan yang optimum.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mochammad Heru Rahmanto dan Aisyah Endah Palupi, komposit berpenguat serat sabut kelapa dan serat tebu menghasilkan kekuatan tarik yang memenuhi standar BKI, dimana pada komposit tersebut dapat digunakan sebagai material pengganti kayu untuk konstruksi kapal kayu.

Berdasarkan uraian diatas, penulis ingin mengetahui pengaruh variasi komposisi terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat sabut kelapa, serta ingin mengetahui apakah komposit dengan serat sabut kelapa dapat dilakukan pembuatan *prototype Natural Fiber Reinforce Boat*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah informasi mengenai teknologi komposit dengan serat alami.

2. METODOLOGI

2.1 Komposit

Komposit merupakan suatu jenis material baru kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda, satu adalah material sebagai pengisi (Matrik) dan lainnya sebagai fasa penguat (*Reinforcement*). Serat biasanya bersifat elastis, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi, sedangkan matrik biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Kedua bahan dengan sifat berbeda ini digabungkan untuk mendapatkan satu material baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya (Gibson, 1994)

2.2 Delignifikasi

Delignifikasi atau perlakuan alkali terhadap serat merupakan proses menghilangkan kotoran atau komponen penyusun serat yang kurang efektif seperti lignin, hemiselulosa atau pektin. Dengan berkurangnya komponen yang kurang efektif akan meningkatkan kekuatan antar muka dan meningkatkan kekasaran permukaan yang akan menghasilkan *interlocking* yang lebih baik (Maryanti et al., 2011)

2.3 ANOVA

Uji Anova merupakan bentuk uji hipotesis statistik dimana kita mengambil kesimpulan berdasarkan data atau kelompok statistik inferensif. ANOVA diklasifikasikan menjadi dua, yaitu *One Way ANOVA* dan *Two Way ANOVA*.

1. ANOVA *One Way*

Pengamatan satu *factor* yang menimbulkan variasi. Pada jenis ANOVA ini data harus mempunyai varian yang sama. Pada ANOVA jenis ini memiliki satu variabel independen.

2. ANOVA *Two Way*

Pengamatan dua *factor* yang menimbulkan variasi. Pada ANOVA jenis ini memiliki lebih dari dua variabel independen. Pada *Two Way ANOVA* dapat mengetahui *main effect* yang merupakan pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen dengan membandingkan hasil dari setiap variasi. Selanjutnya yang dapat peneliti ketahui dengan menggunakan ANOVA jenis ini adalah *interaction effect* dengan menganalisa *interaction effect* dapat diketahui apakah pengaruh sebuah variabel independen terhadap variabel dependen sama hasilnya dengan variabel dependen lainnya, Hipotesis nol pada ANOVA menyatakan bahwa variabel bebas tidak memiliki pengaruh sedangkan Hipotesis satu pada ANOVA menyatakan bahwa variabel bebas memiliki pengaruh terhadap variabel terikat. Daerah penolakan H_0 terjadi apabila $p\text{-value} < \alpha$ atau $F\text{-value} > F\text{-tabel}$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pada komposit berpenguat serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali 5% NaOH dengan lama waktu perendaman 45 menit, dengan fraksi volume serat 20, 30, dan 40 %

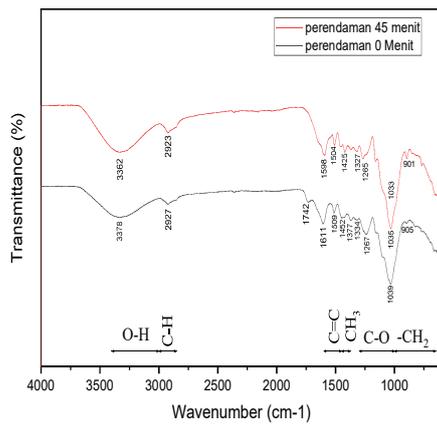
3.1 Perhitungan Massa Jenis

Perhitungan massa jenis serat menggunakan piknometer pada serat sabut kelapa didapat sebelum delignifikasi massa jenis serat sebesar 1,28 gr/ml kemudian setelah proses delignifikasi 45 menit turun menjadi 1,19 gr/ml

Tabel 1: Massa Jenis Serat sabut kelapa

Waktu Delignifikasi	ρ (massa jenis)
0 menit	1,28 gr/ml
45 menit	1,19 gr/ml

Ditunjukkan pada tabel setelah dilakukan perhitungan massa jenis serat menggunakan piknometer didapat hasil massa jenis yang menurun seiring dengan lama perendaman delignifikasi, membuktikan bahwa berat serat sabut kelapa semakin ringan dan kandungan dalam serat telah terdegradasi, hal tersebut dibuktikan pada tahap selanjutnya yaitu pengujian FTIR.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Hasil FTIR Sebelum dan Setelah Delignifikasi

Tabel 2: Puncak Wavenumber Grafik Hasil FTIR

Ikatan Kimia	Interval Serapan (cm-1)	Sebelum delignifikasi	delignifikasi 45 menit
-CH ₂	650 – 1000	905	901
C-O	1000 – 1300	1267	1265
		1039	1035
-CH ₃	1375 – 1450	1452	1425
		1377	1327
		1334	
C=C	1450 – 1600	1611	1598
		1509	1504
C-H	2850 – 3000	2927	2923
-OH	3300 – 3400	3378	3362

Hal ini dapat dilihat dari tabel pengujian FTIR pada nilai kandungan pada serat sabut kelapa mengalami penghilangan nilai kandungan, panjang gelombang pada gugus fungsi C=C menurun pada serat setelah delignifikasi, dimana ikatan tersebut merupakan senyawa dari lignin (M. Aditya Pradana, Hosta Ardhyanta, dan Moh. Farid, 2017). Yang mana berarti pada serat setelah delignifikasi lignin tidak sepenuhnya menghilang tetapi hanya terdegradasi dimana lignin menyuplai massa paling banyak pada serat, lignin juga memiliki peran sebagai pengikat pada serat natural.

3.2 Pembuatan Spesimen Komposit

Setelah mengetahui massa jenis dari masing masing perlakuan lama delignifikasi selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen uji tarik berdasarkan ASTM D3039.

Alat dan Bahan :

1. Gelas beaker
2. Neraca Digital
3. Cetakan Spesimen sesuai ASTM D3039
4. *Clamp*
5. *Roll*
6. Serat sabut kelapa yang telah dilakukan perendaman NaOH 5% selama 45 Menit.
7. NaOH
8. Aquades.

Setelah alat dan bahan dipersiapkan dilakukan proses pembuatan sebagai berikut :

1. Serat sabut kelapa yang telah dilakukan proses proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH 5% selama 45 menit, dan sudah bersih, diurai lalu disusun dan ditimbang sesuai kebutuhan komposisi volume masing yaitu 20, 30, 40%, kemudian serat disusun dengan orientasi *One Direction* diatas cetakan spesimen sesuai ASTM D3039
2. Dalam menentukan kebutuhan serat dan resin untuk pembuatan spesimen. Perhitungan kebutuhan berdasarkan fraksi volume. Untuk mengetahui kebutuhan serat dalam gram menggunakan perhitungan sebagai berikut, sebagai contoh fraksi volume 20%

$$\text{Massa serat} = \frac{20}{100} \times V_c \times \rho_s$$

$$\text{Massa Matrik} = \frac{80}{100} \times v_c \times \rho_r$$

$$\text{Massa Resin} = \frac{99}{100} \times \text{Massa matriks}$$

$$\text{Massa Katalis} = \frac{1}{100} \times \text{Massa matriks}$$

3. Spesimen uji dibuat menggunakan cetakan dengan bahan *silicone rubber* supaya hasil spesimen mudah dilepas. Pada proses ini menggunakan *clamp* sebagai penjepit.
4. Spesimen dibiarkan mengering kurang lebih hingga 8 jam, kemudian spesimen pada ujung ujungnya di beri grip sesuai petunjuk ASTM D3039

3.3 Uji Statistika

Pada penelitian ini digunakan analisis pengujian statistik adalah ANOVA. Terdapat dua jenis ANOVA yaitu satu arah dan dua arah, karena terdapat dua variabel bebas yang mempengaruhi pada penelitian ini maka digunakanlah jenis ANOVA dua arah. Sebelum melakukan pengujian ANOVA sebaiknya dilakukan pengujian *Uji Normalitas* dan *Uji Homogenitas* terlebih dahulu yang mana bertujuan untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal dan bersifat homogen.

1. Uji Normalitas

Untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal maka dilakukanlah pengujian ini. Uji normalitas dilakukan pada variasi komposisi serat, sehingga terdapat 3 pengujian yang dilakukan Hipotesis awal H₀ merupakan sampel berasal dari populasi berdistribusi normal sedangkan H₁ merupakan sampel berasal dari populasi berdistribusi tidak normal.

Hasil dari uji normalitas yang telah dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 19 adalah sebagai berikut.

Tabel 3: P-value Hasil Uji Normalitas

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Komposisi	2	1770,0	885,02	17,59	0.000
Error	22	1106,8	50,31		
Lack-of-Fit	4	373,4	93,36	2,29	0.099
Pure Error	18	733,4	40,74		
Total	26	40,83,9			

Uji normalitas ini menggunakan nilai signifikan atau α sebesar 0,05. P-value yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 memiliki nilai lebih besar dari pada nilai α . Sehingga H0 diterima, maka dapat dikatakan bahwa sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

2. Uji Homogenitas

Untuk mengetahui apakah variasi pada penelitian ini bersifat homogen maka dilakukan pengujian homogenitas. Pengujian dilakukan pada seluruh variasi. Dengan hipotesis awal H0 merupakan variasi pada tiap kelompok sama (homogen) sedangkan H1 merupakan variasi pada tiap kelompok tidak sama (tidak homogen).

Tests

Method	Statistic	P-Value
Multiple comparisons	—	0,415
Levene	0,29	0,959

Setelah dilakukan uji homogenitas menggunakan menggunakan *software* Minitab 19 dengan nilai signifikan sebesar 0,05. Dihasilkan P-value dengan metode Levene sebesar 0,959. P-value lebih besar dari nilai α sehingga H0 diterima. Artinya variasi pada tiap kelompok adalah sama atau homogen.

3. ANOVA

Setelah diketahui bahwa residual berdistribusi normal dan variasinya homogen maka dapat dilanjutkan untuk pengujian ANOVA pada data eksperimen. Kemudian langkah selanjutnya adalah membuat hipotesis awal.

Hipotesis variabel komposisi

H0: Variasi komposisi tidak mempengaruhi hasil pengujian tarik

H1: Variasi komposisi mempengaruhi hasil pengujian tarik

Hipotesis variabel perendaman

H0: Variasi orientasi tidak mempengaruhi hasil pengujian tarik

H1: Variasi orientasi mempengaruhi hasil pengujian Tarik

Berikut merupakan hasil ANOVA menggunakan *software* Minitab 19 pada penelitian ini:

Tabel 4: Analysis of Variance

Komposisi	45 Menit
20%	0.150
30%	0.150
40%	0.150

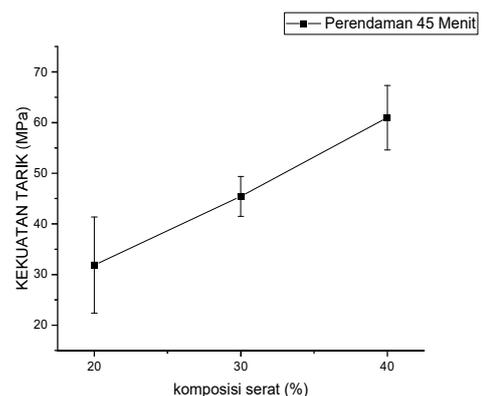
Pada analisis ini digunakannya tingkat signifikansi α adalah 0.05. Berdasarkan hasil ANOVA pada Tabel 4 dapat diketahui nilai dari P-value dan F-value, Kemudian F-tabel diperoleh pada tabel F-distribution. Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui kesimpulan tentang hipotesis dari variabel komposisi, Pada variabel komposisi nilai P-value adalah 0.000 yang artinya lebih kecil dari tingkat signifikansi α , sehingga H0 dapat ditolak. Selain itu nilai F-value dapat diketahui dari tabel 4. adalah 17,59, dimana F-tabel adalah 3.44, sehingga dapat diketahui bahwa F-value lebih besar dari nilai F-tabel, maka H0 dapat ditolak. Apabila H0 ditolak maka H1 diterima, artinya variabel komposisi memiliki pengaruh terhadap hasil pengujian tarik.

3.4 Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada komposit berpenguat serat sabut kelapa dengan perlakuan alkali 5% NaOH dengan lama waktu perendaman 45 menit dengan fraksi volume serat 20,30,dan 40%

Tabel 5: Tabel Kekuatan Tarik

Number Experiment	Variasi	Hasil Tensile (Mpa)	
	Komposisi Serat (%)	Repetisi	Rata Rata
1	20%	23,95	31,88 ± 9,51
		42,42	
		29,27	
2	30%	41,07	45,42 ± 3,91
		46,54	
		48,64	
3	40%	65,76	60,96 ± 6,36
		63,38	
		53,74	



Gambar 2. Hubungan antara komposisi dan kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa

Pada grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 2 kekuatan tarik tertinggi ditunjukkan pada pada lama perendaman 45 menit dengan komposisi 40% serat berdasarkan fraksi volume yaitu 60,96 ± 6,36 Mpa. Pada perendaman 45 menit dengan komposisi 20% kekuatan tarik lebih kecil jika dibandingkan dengan komposisi 40% yakni 31,88 ± 9,51 Mpa. Terlihat pada grafik gambar

garis grafik meningkat seiring dengan naiknya persen *reinforced* hal tersebut karena semakin bertambahnya *reinforced* maka kekuatan tariknya juga meningkat (I Made Astika dkk,2013) Pada grafik terlihat peningkatan grafik yang terjadi pada komposisi 20% menuju 40% hal tersebut dipengaruhi oleh daya ikat antara matriks dan serat yang bagus setelah serat mengalami proses delignifikasi serat selama 45 menit, dan juga karakteristik serat sabut kelapa yang memiliki sifat yang kuat dan kokoh ditambah pada spesimen komposisi serat 30% dan 40% ini serat memiliki kerapatan yang baik antar seratnya dan juga dengan komposisi matriks yang cukup membuat matrik dapat memenuhi permukaan serat hingga ke celah-celah serat dan mengikat serat dengan baik, berbeda kondisi dengan komposisi serat 20% yang mana dilihat dari spesimen yang telah di fabrikasi memiliki penguat yang sedikit dengan kerapatan antar seratnya tidak baik sehingga mengakibatkan terjadi jarak antar seratnya, hal tersebut membuat banyaknya matriks yang tidak mengikat terhadap serat pada celah-celah kosong jarak antar serat sebagai penguat. hal tersebut berpengaruh terhadap kekuatan tariknya karena serat sebagai bagian utama dalam menahan beban dalam komposit sedikit. Hal tersebut menjadi faktor mengapa pada setiap grafik yang ditunjukkan mengalami peningkatan kekuatan tarik seiring bertambahnya komposisi serat.

3.5 Natural Fiber Reinforce Boat

Setelah dilakukan pengujian tarik didapat hasil kekuatan tarik tertinggi terdapat pada variasi komposisi serat 40% dengan perendaman serat 45 menit, yang mana selanjutnya akan dilakukan pembuatan *Natural Reinforce Fiber Boat*. Pembuatan *prototype* ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan serat alam terkhusus serat sabut kelapa dapat memiliki kemampuan mampu bentuk terhadap cetakan *raceboat* yang memiliki permukaan yang tidak rata dan memiliki banyak lekukan.



Gambar 3. Hasil cetakan *Natural Fiber Reinforced Boat*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Komposisi serat memiliki pengaruh

terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa. Komposisi serat sebanyak 40% dengan lama delignifikasi 45 menit memiliki hasil kekuatan tarik tertinggi yakni dengan rata rata kekuatan tarik $60,96\text{MPa} \pm 6,36\text{ Mpa}$ dan komposisi dengan kekuatan terendah adalah komposit dengan komposisi serat 20% dengan lama delignifikasi 45 menit yakni sebesar $31,88 \pm 9,51\text{ Mpa}$

2. Setelah mencoba dilakukan untuk pembuatan *Natural fiber reinforced boat* komposit berpenguat serat sabut kelapa berhasil di gunakan dalam fabrikasi pembuatan *raceboat*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat berjalan sampai sejauh ini tidak terlepas oleh bantuan berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan teknisi laboratorium fisika Universitas Negeri Jember dan juga *support* teman teman satu angkatan yang telah membantu dan menyemangati penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

6. PUSTAKA

- [1] Aguswandi, Badri, M., & Yohanes. (2016). *Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Alternatif Pengganti Kayu Untuk Pembuatan Kapal Tradisional*. **Jom FTEKNIK**, Vol 3, No 2, pp 1-7.
- [2] Arsyad, M., Suyuti, M., Hidayat, M., & Pajarrai, S. (2014). *Pengaruh Variasi Arah Susunan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanik*. **Jurnal Sinergi**, 101-113.
- [3] B, rafael, M, Erich, & A, Dominggus (2015). *Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester*. **Jurnal Teknik Mesin**, 61-68.
- [4] Gibson , F. (1994). *Principle of Composite Material Mechanis*. **International Edition McGraw**. New York: Hill Inc.
- [5] Maryanti, B., Sonief, A., & Wahyudi, S. (2011). *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa Polister Terhadap Kekuatan Tarik*. **Jurnal Rekayasa Mesin**, 123-129
- [6] Purwanto, Arif Rakhman Suharso, & Fajar Sari Kurniawan (2021). *ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN KIMIA TERHADAP MORFOLOGI DAN GUGUS FUNGSIONAL SERAT SISAL*. *Newton-Maxwell Journal of Physics* (April, 2021) Vol.2 No.1
- [7] Pradana M. Aditya, Hosta Ardhyanta, dan Moh. Farid. (2017). *Pemisahan*

*Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong
Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi
untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap*

*Suara. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No.
2, (2017) ISSN: 2337-3539 (2301-9271
Print)*