

### **BAB III**

## **GAMBARAN CARBON TAX SECARA UMUM SERTA GAMBARAN PENGENAAN CARBON TAX DI SWEDIA**

### **3.1 GAMBARAN UMUM CARBON TAX**

#### **3.1.1 Definisi Carbon Tax**

*Carbon Tax* adalah suatu pajak yang dikenakan terhadap kandungan karbon yang terdapat pada bahan bakar, atau dengan kata lain *Carbon tax* merupakan pajak yang dikenakan atas emisi karbon dioksida dari hasil pembakaran bahan bakar fosil. *Carbon tax* juga dikenal dengan istilah *Carbon dioxide tax* atau *CO<sub>2</sub> tax*.

Atom Karbon (C) terdapat pada setiap bahan bakar fosil yaitu pada batubara, minyak bumi, dan gas alam. Hidrogen dan atom Karbon mempunyai hubungan yang erat, karena hidrogen merupakan sumber energi utama bahan bakar fosil sedangkan karbon merupakan atom utama yang dilepaskan ke udara pada saat terjadi pembakaran bahan bakar fosil tersebut. Pada dasarnya semua atom karbon dikonversi menjadi CO<sub>2</sub> pada saat proses pembakaran. Namun, tidak semua massa Karbon juga menjadi massa CO<sub>2</sub>, mengingat massa Karbon hanya sebesar 27% dari massa CO<sub>2</sub>, atau dengan kata lain setiap 100 ton CO<sub>2</sub> hanya terdapat massa Karbon sebesar 27 ton saja.

Gas Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan gas yang tergolong tidak mematikan atau gas yang tidak langsung menimbulkan kerusakan, namun apabila jumlah yang terkandung di dalam atmosfer bumi meningkat, maka akan terjadi radiasi yang dapat menyelubungi bumi sehingga menyebabkan efek rumah kaca yang akan menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim dunia yang ekstrim. Berbeda dengan bahan bakar fosil yang melepaskan atom karbon, terdapat beberapa sumber energi yang berpotensi besar untuk dikembangkan dan tidak berdampak negatif bagi lingkungan karena tidak menimbulkan gas karbon

dioksida, antara lain tenaga angin, sinar matahari, dan tenaga air. Berdasarkan alasan tersebut maka *Carbon tax* atau *CO<sub>2</sub> tax* adalah pajak yang efektif untuk dikenakan terhadap pemakaian bahan bakar fosil.

Jika dilihat dari energi yang dihasilkan per unit energi (Btu), gas alam merupakan yang paling sedikit dalam mengeluarkan emisi (gas CO<sub>2</sub>), batu bara merupakan penyumbang emiter tertinggi, sedangkan produk minyak bumi merupakan emiter pada level menengah. Pada umumnya, setiap Btu dari batubara memproduksi sekitar 30% lebih banyak daripada setiap Btu yang dihasilkan oleh produk minyak, sedangkan sekitar 80% lebih dihasilkan dari gas alam. Dengan proporsi itulah maka tarif *Carbon tax* dapat ditentukan, yaitu batubara dikenakan tarif tertinggi, produk dari minyak bumi dikenakan tarif yang lebih rendah, sedangkan gas alam dikenakan tarif yang paling rendah. Saat ini sudah banyak pakar ekonomi, pembuat kebijakan, dan masyarakat umum, telah memberikan apresiasi dan rekomendasi atas *Carbon tax* ini, dan diharapkan negara-negara penyumbang emiter utama di dunia dapat mengadopsinya.

### **3.1.2 Latar Belakang dan Tujuan *Carbon Tax***

Pemanasan global saat ini menjadi perhatian khusus bagi sebagian besar negara-negara di dunia. Aktivitas manusia menghasilkan gas dalam efek rumah kaca dalam jumlah yang besar terutama karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terakumulasi di dalam atmosfer bumi yang dapat mengakibatkan perubahan iklim suatu negara bahkan di seluruh dunia. Kerusakan yang parah mungkin akan segera terjadi dan sedikit demi sedikit perubahan iklim di dunia akan mengarah kepada bencana yang ekstrim. Salah satu hal yang harus dilakukan manusia adalah dengan mengendalikan efek rumah kaca yang terdapat dalam ozon bumi agar jumlahnya tidak semakin bertambah. Hal tersebut harus dilakukan meskipun terdapat dampak perekonomian yang mungkin muncul dari tindakan tersebut.

CO<sub>2</sub> merupakan gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca. Gas tersebut dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar yang melepaskan gas-gas polutan, termasuk diantaranya adalah CO<sub>2</sub> tersebut. Pengurangan terhadap emisi CO<sub>2</sub> mungkin akan berdampak pada kegiatan ekonomi, karena sebagian besar

aktivitas perekonomian yang meliputi produksi, distribusi, dan konsumsi berasal dari bahan bakar fosil. Dengan demikian, diperlukan adanya suatu kebijakan khusus yang dapat mengendalikan jumlah emisi Karbon yang terdapat pada lapisan ozon bumi. Berikut merupakan kontribusi negara-negara penyumbang emiter di dunia yang menimbulkan pemanasan global:

**Tabel 3.1**  
**Negara-Negara Penyumbang *Greenhouse Warming***

Country	Fossil Fuel	CO <sub>2</sub> Emissions Land Use	Total	Methane Emissions	CFC Emissions
Europe	.520	—	.520	.085	.480
United States	.530	.026	.533	.130	.350
USSR	.450	—	.450	.060	.180
Brazil	.023	.540	.563	.028	.016
China	.260	—	.260	.090	.032
World	2.500	1.200	3.700	.800	1.400

Sumber: *World Resources institute, World Resources: 1990-1991*

Kebijakan yang paling tepat untuk mengurangi emisi adalah dengan pemberian insentif untuk kalangan pelaku usaha atau industri dan individu untuk mengatur atau membatasi aktivitas yang dapat menimbulkan emisi CO<sub>2</sub>. Kebijakan dengan pendekatan insentif (*incentif approach*) lebih efektif daripada dengan kebijakan yang mengadopsi suatu pendekatan “*command and control*”. Kebijakan dengan pendekatan *command and control* ini masih memberikan ruang dan kesempatan bagi industri dan individu untuk melakukan pencemaran lingkungan, mengingat kebijakan ini hanya memberikan industri dan individu pembatasan dan pengendalian saja, sehingga dimungkinkannya industri dan individu tersebut untuk masih dapat mencemari lingkungannya. Selain itu, kebijakan ini juga diberikan dalam bentuk kebebasan industri dan individu untuk

mengadopsi teknologi yang digunakan untuk mengendalikan pencemaran yang mereka lakukan.

Kebijakan yang mendasarkan pada pemberian suatu insentif merupakan kebijakan yang paling tepat untuk mengendalikan emisi CO<sub>2</sub>. Suatu pendekatan dengan insentif dapat mengurangi emisi dengan biaya yang relatif rendah jika dibandingkan dengan pendekatan *command and control* karena dengan pendekatan insentif lebih fleksibel mengenai hal-hal yang berhubungan dengan kebijakan pengurangan emisi tersebut, seperti dimana dan bagaimana pengurangan emisi tersebut dapat dicapai. Pada umumnya, pendekatan insentif ini berupa suatu pungutan khusus seperti pajak, pemerintah dapat mengenakan *fee* untuk setiap ton emisi CO<sub>2</sub> atau setiap ton Karbon yang terkandung pada setiap produk bahan bakar fosil. Pajak akan dapat memotivasi industri / emiter untuk menekan emisi mereka jika biaya yang mereka keluarkan lebih sedikit daripada biaya untuk membayar pajak yang dikenakan kepada mereka. Sebagai hasilnya, pajak akan menempati batas atas dalam biaya untuk mengurangi emisi tersebut, dan mendorong industri / emiter untuk lebih efisien dalam penggunaan sumber daya energi.

Berbeda dengan pendekatan insentif yang menggunakan instrumen pajak, pendekatan *command and control* menggunakan instrumen kebijakan khusus yang membatasi emisi Karbon pada tingkat tertentu (dengan *cap and trade program*). Dengan kebijakan ini Pemerintah akan membatasi total emisi selama periode tertentu dan akan mengatur perusahaan untuk membatasi haknya, atau juga dengan *allowance* tertentu atas izin dalam produksi emisi pada level tertentu yang diberikan pemerintah. Setelah *allowance* diberikan di periode tertentu, perusahaan akan terbebas untuk membeli atau menjual *allowance* tersebut ke sesama perusahaan lainnya. Tidak seperti pajak, program pembatasan emisi akan menempati batas atas dari jumlah emisi, akan tetapi biaya untuk mengurangi emisi tersebut akan berbeda dari basisnya dan berfluktuasi dalam pasar energi. Hal ini misalnya dapat terjadi pada cuaca musim dingin, dimana akan terjadi lonjakan permintaan energi yang luar biasa, dan akan membuat pembatasan emisi tersebut menjadi semakin mahal mengingat permintaan energi akan meningkat drastis.

Saat ini perubahan iklim global sedikit demi sedikit telah terjadi di seluruh dunia, adanya ketidakpastian tentang biaya dalam mengurangi emisi, dan adanya potensi perubahan dalam biaya dalam pembatasan emisi yang berbeda dalam kurun waktu tertentu, maka pajak dapat memberikan solusi yang sangat signifikan. Apabila pemerintah memilih untuk mengendalikan emisi dalam kurun waktu jangka panjang, maka pajak dapat diterapkan dengan biaya yang relatif rendah. Jika pemerintah menetapkan tarif pajak pada tingkatan yang dapat mencerminkan keuntungan yang diharapkan dalam mengurangi setiap ton emisi, pajak dapat mengendalikan biaya dalam mengurangi emisi dibandingkan dengan kebijakan pembatasan emisi. Pengenaan pajak pada emisi merupakan cara paling efisien untuk mengurangi emisi dan relatif mudah untuk diimplementasikan. Jika negara-negara penyumbang emisi di dunia menerapkan pajak tersebut, hal tersebut dapat meminimalkan biaya untuk mengurangi emisi secara global dengan memberikan insentif untuk mengurangi emisi di seluruh dunia.

Pemajakan atas suatu kerusakan lingkungan tertentu merupakan salah satu dari sejumlah instrumen yang dapat digunakan untuk mengoreksi kegagalan pasar. Secara tradisional, kegagalan pasar tersebut dapat diatasi dengan regulasi yang dilakukan oleh Pemerintah, yang juga sering disebut dengan *command and control approach*. Kenyataannya, pendekatan dengan menggunakan metoda regulasi ini lebih diminati oleh para pembuat keputusan dalam melakukan manajemen atas lingkungan dengan alasan efektivitas.

Pada umumnya regulasi menawarkan sejumlah perlindungan yang lebih baik, namun regulasi tersebut tidak dapat menginternalisasikan biaya-biaya sosial (*social cost*) yang kadang timbul dari kegiatan perekonomian (produksi, distribusi, konsumsi). Biaya yang harus dibayarkan seorang konsumen belum mencerminkan biaya yang tergolong dalam *social cost* tersebut, dengan alasan tersebut maka produk kebijakan dengan pendekatan insentif menjadi alternatif terbaik dalam menginternalisasikan *social cost* tersebut.

Tabel 3.2

Perbandingan Kebijakan Untuk Mengatasi Emisi CO<sub>2</sub> di Amerika Serikat

Policy	Efficiency		Implementation Considerations	International Consistency Considerations
	Ranking	Considerations		
Carbon Dioxide Tax	1	<p>A tax would avoid significant year-to-year fluctuations in costs. Setting the tax equal to the estimate of the marginal benefit of emission reductions would motivate reductions that cost less than their anticipated benefits but would not require reductions that cost more than those benefits.</p> <p>Research indicates that the net benefits of a tax could be roughly five times as high as the net benefits of an inflexible cap. Alternatively, a tax could achieve a long-term target at a fraction of the cost of an inflexible cap.</p>	An upstream tax would not require monitoring emissions and could be relatively easy to implement. It could build on the administrative infrastructure for existing taxes, such as excise taxes on coal and petroleum.	<p>A U.S. tax could be set at a rate consistent with carbon dioxide taxes in other countries. Consistency would require comparable verification and enforcement. If countries imposed taxes at different points in the carbon supply chain, special provisions could be needed to avoid double-taxing or exempting certain goods.</p> <p>Setting a U.S. tax that would be consistent with allowance prices under other countries' cap-and-trade systems would be somewhat more difficult because it would require predicting allowance prices in different countries.</p>
Cap With Safety Valve and Either Banking or a Price Floor	2	<p>A cap-and-trade program that included a safety valve and either banking or a price floor could have many of the efficiency advantages of a tax. The safety valve would prevent price spikes and could keep the costs of emission reductions from exceeding their expected benefits.</p> <p>Banking would help prevent the price of allowances from falling too low, provided that prices were expected to be higher in the future. A price floor, however, would be more effective at keeping the cost of emission reductions from falling below a target level.</p>	<p>An upstream cap would not require monitoring emissions. It would require a new administrative infrastructure to track allowance holdings and transfers.</p> <p>Implementing a safety valve would be straightforward: The government would offer an unlimited number of allowances at the safety-valve price.</p> <p>Banking has been successfully implemented in the U.S. Acid Rain Program.</p> <p>A price floor would be straightforward to implement only if the government chose to sell a significant fraction of emission allowances in an auction.</p>	<p>Either a safety valve or banking would become available to all sources of CO<sub>2</sub> emissions in a linked international cap-and-trade program. Some countries could object to linking with a U.S. program that included those features, because linked countries could not ensure that their emissions would be below a required level in a given year. Linking would also create concerns about inconsistent monitoring and enforcement among countries and international capital flows (as described below in the inflexible cap policy).</p> <p>Countries with different cap-and-trade programs could capture many of the efficiency gains that would be achieved by linking—while avoiding some of the complications—if they each included banking (or set a similar price floor) and agreed on a safety-valve price.</p>

Sumber: *Congresional Budget Office USA.*

Berdasarkan tabel 3.2 tersebut, dapat diketahui bahwa di Amerika Serikat, kebijakan yang paling efektif dalam mengatasi emisi CO<sub>2</sub> adalah *Carbon Dioxide tax* atau Carbon tax. Selain *Carbon Dioxide tax* dan pembatasan emisi CO<sub>2</sub> dengan *safety valve system*/sistem keamanan klep tersebut, di Amerika Serikat setidaknya terdapat beberapa kebijakan pembatasan emisi lain yang berhubungan dengan upaya untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, kebijakan tersebut antara lain pembatasan emisi dengan *circuit breaker system*, dan pembatasan emisi yang tergolong dalam *inflexible Cap*.

### 3.1.3 Subjek Pajak dan Objek Pajak

Subjek pajak *Carbon tax* pada umumnya adalah industri-industri dan individu (termasuk rumah tangga) yang menggunakan bahan bakar fosil seperti penggunaan minyak bumi, batubara, dan gas alam. Penggunaan bahan bakar tersebut pada umumnya dipergunakan untuk memasok energi dalam proses produksi industri-industri tersebut. Selain pada industri-industri, *Carbon Tax* di beberapa negara di Eropa juga dikenakan kepada konsumen rumah tangga yang mengkonsumsi berbagai bentuk produk sumber daya energi yang berasal dari bahan bakar *fossil*. Pembangkit listrik dan pembangkit panas juga menjadi subjek pajak ini, baik yang dikelola oleh sektor privat maupun publik. Penerapan *Carbon Tax* di setiap negara-negara relatif berbeda-beda, namun subjek dari *Carbon Tax* tersebut relatif sama.

Objek pajak *Carbon tax* adalah atas setiap pemakaian bahan bakar fosil seperti penggunaan minyak bumi, batubara, dan gas alam yang dapat menimbulkan emisi Karbon. Pengenaan pajak atas penggunaan bahan bakar tersebut didasarkan kepada kandungan Karbon atau CO<sub>2</sub> yang terlepas di udara pada saat terjadinya pembakaran pada bahan bakar tersebut. Semakin banyak kandungan Karbon yang terlepas di udara maka semakin tinggi tarif *Carbon tax* yang dikenakan. Pada umumnya pembakaran pada batubara menyebabkan emisi Karbon yang paling tinggi jika dibandingkan dengan minyak bumi, dan gas alam menjadi emiter carbon terendah dari ketiga bahan bakar tersebut.

### 3.1.4 Keunggulan *Carbon Tax*

Terdapat beberapa keunggulan *Carbon tax* sebagai bentuk dari kebijakan dengan pendekatan insentif jika dibandingkan dengan kebijakan dengan pendekatan *command and control* seperti dengan kebijakan *Cap and Trade* dalam berbagai hal. Kelebihan-kelebihan *Carbon tax* tersebut sebagaimana yang peneliti kutip dari situs [carbontax.org](http://carbontax.org) sebagai berikut:

1. *Carbon tax* memberikan hasil yang lebih cepat.  
Dengan *Carbon tax* dapat didisain dan diterapkan secara cepat dan adil. Sistem *Cap and Trade* cenderung lebih kompleks dan membutuhkan waktu beberapa tahun untuk mengembangkan dan mengimplementasikan. Banyak isu yang menjadi kendala kebijakan *Cap and Trade* ini, diantaranya adalah masalah tingkatan besaran limit yang diijinkan, lamanya waktu pemberian batasan, besaran alokasi untuk *allowance*, sertifikasi prosedur, standar untuk menggunakan kompensasi, jenis dan besaran sanksi, konflik yang mungkin muncul di daerah, dll. Dengan tidak efisiennya kebijakan tersebut, maka *Carbon Tax* menjadi solusi yang lebih baik.
2. *Carbon Tax* lebih transparan dan lebih mudah untuk dipahami daripada kebijakan *Cap and Trade*. Dengan adanya *Carbon Tax*, pemerintah dapat dengan mudah mengenakan pajak per ton emisi karbon, atau mudah untuk mengkonversikannya menjadi KWh untuk energi listrik, satuan gallon untuk minyak bumi, dan ukuran *therm* untuk gas alam.
3. *Carbon Tax* akan memberikan kemudahan perkiraan pada harga sebuah energi, sedangkan pada sistem *Cap and Trade* cenderung akan membingungkan dan sulit untuk menentukan sebuah harga dari energi tersebut.
4. *Carbon Tax* lebih mudah diimplementasikan dan jauh dari kemungkinan untuk dilakukan manipulasi oleh kepentingan tertentu. Sementara prosedur dan sistem *Cap and Trade* lebih kompleks, sehingga hal ini memicu kepentingan tertentu untuk mengambil keuntungan dari kebijakan tersebut.



5. *Carbon tax* ditujukan atas setiap emisi karbon dari semua sektor, sedangkan kebijakan *Cap and Trade* ditujukan hanya pada industri produksi kelistrikan saja, dimana hanya dapat efektif memajaki sekitar kurang dari 40% emisi yang diproduksi industri.
6. *Carbon Tax* dapat memberikan hasil yang jauh lebih adil daripada *Cap and Trade*. Penerimaan dari *Carbon tax* dapat dikembalikan kepada sektor publik dengan *progresive tax shifting*, dibandingkan dengan biaya dari sistem *Cap and Trade* yang seakan-akan menjadi suatu biaya yang terselubung bagi proses produksi.

Berikut merupakan negara-negara yang telah mengadopsi *Carbon tax*:

**Tabel 3.3**  
**Negara-Negara Pengadopsi *Carbon Tax***

Negara	Tahun diterapkan	Tarif Pajak	Penerimaan tahunan	Keterangan
Finlandia	1990	\$8+ 21 sen / gjoule	\$ 314 juta (1994)	Dikenakan atas industri <i>raw materials</i> , dan bahan bakar minyak untuk pesawat, dengan prosentase 60/40 untuk <i>Carbon tax</i> dan <i>Energy tax</i> .
Belanda	1990	\$16.4 + 21 sen/ gjoule	\$ 850 juta (1995)	Tarif pajak sebesar 50% <i>Carbon tax</i> dan 50 % <i>Energy tax</i> .
Swedia	1991	\$25 – \$55 /gjoule	\$ 1.7 miliar (1994)	Industri membayar 50% dari tarif pajak, dikenakan terhadap <i>heating system</i> , kecuali bahan bakar kapal, pesawat terbang, lokomotif diesel, pembangkit listrik.
Norwegia	1991	\$15 - \$47 /gjoule	\$ 900 juta (1994)	Pengecualian untuk batubara yang digunakan di sektor industri.
Denmark	1992	\$9 - \$18 /gjoule	\$ 560 juta (1993)	Bensin, Gas alam, kecuali <i>biofuel</i> untuk penerbangan, perkapalan.

Sumber: diolah peneliti dari berbagai sumber

### 3.1.5 Tarif Pajak

Tarif pajak *Carbon tax* pada umumnya berbeda-beda antara satu negara dengan negara yang lain. Hal tersebut dimungkinkan mengingat perbedaan keadaan perekonomian, motif pengenaan pajak, ketersediaan sumber daya, dan alasan sebagainya. Berikut merupakan tarif pajak *Carbon tax* masing-masing negara.

#### a) Denmark

**Tabel 3.4**  
**Tarif Pajak *Carbon Tax* di Denmark**

<b>Energy source</b>	<b>Unit</b>	<b>Excise tax</b>	<b>CO<sub>2</sub> tax</b>
<i>Unleaded petrol</i>	DK/liter	2.45	<i>exempt</i>
<i>Leaded petrol</i>	DK/liter	3.10	<i>exempt</i>
<i>Light diesel oil</i>	DK/liter	1.67	0.27
<i>Ordinary diesel oil</i>	DK/liter	1.77	0.27
<i>Light fuel oil</i>	DK/liter	1.49	0.27
<i>Heavy fuel oil</i>	DK/kg	1.66	0.32
<i>Fuel tar</i>	DK/kg	1.50	0.28
<i>Kerosine, heating</i>	DK/liter	1.49	0.27
<i>Kerosine</i>	DK/liter	1.77	0.27
<i>Coal</i>	DK/metrik ton	690	242
<i>Petroleum coke</i>	DK/metrik ton	690	323
<i>Lignite</i>	DK/metrik ton	505	178
<i>Gas used as motor fuel</i>	DK/liter	1.18	0.16
<i>Other gas (LPG)</i>	DK/kg	2.00	0.30
<i>Refinery gas</i>	DK/kg	2.00	0.29
<i>Electricity</i>	DK/Kwh	0.30	0.10
<i>Electricity, heating</i>	DK/Kwh	0.27	0.10

Sumber: diolah peneliti dari berbagai sumber

Di Denmark, tarif pajak ditetapkan sebesar 100 DK (\$ 17.6) per metrik ton dari CO<sub>2</sub> yang diadopsi pada tahun 1992 sebagai salah satu bagian dari pajak energi asing (*broader energy tax*) dan paket subsidi. Tabel diatas merupakan beberapa karakteristik dari *Carbon tax* yang saat ini juga diterapkan di negara lain, pertama, jumlah dari besaran pajak berbeda menurut masing-masing jenis bahan bakar, khususnya digolongkan pada besar kandungan karbonnya. Tarif *Carbon tax* adalah sebesar 242 DK (\$42.5) per metrik ton batu bara, dan sebesar 178 DK (\$31.3) per metrik ton lignite. Kedua, jumlah *Carbon tax* relatif kecil jika dibandingkan dengan pajak atas energi lainnya, yaitu 26% pajak atas kelistrikan dan 12% pajak atas gas bahan bakar kendaraan bermotor. Ketiga, terdapat sejumlah pengecualian pada *Carbon tax* , seperti produk bensin (non diesel), gas alam, dan *biofuel*. Selain itu juga terdapat pengembalian pajak (restitusi) atas PPN sebesar 50% dari jumlah yang telah dibayarkan oleh kalangan industri, sedangkan untuk rumah tangga tidak mendapatkan pengembalian tersebut. *Carbon tax* atas listrik tersebut mendorong untuk terciptanya energi yang dapat diperbaharui, selain itu penggunaan bahan bakar juga diberikan adanya insentif yang berbentuk subsidi sebesar 0.10 – 0.17 DK (1.76 – 3 sen) per Kwh.

## b) Belanda

**Tabel 3.5**  
**Tarif Pajak Carbon Tax di Belanda**

<i>Product</i>	<i>Unit</i>	<i>Excises</i>	<i>Environmental tax</i>	<i>Regulatory Tax</i>
<i>leaded gasoline</i>	1000 liters	1246.10	25.10	n/a
<i>unleaded gasoline</i>	1000 liters	1105.30	25.10	n/a
<i>light fuel oil</i>	1000 liters	102.60	27.50	84.60
<i>Gas oil</i>	1000 liters	102.60	27.70	85.30
<i>diesel</i>	1000 liters	649.20	27.70	n/a
<i>heavy fuel oil</i>	metric ton	34.24	32.33	n/a
<i>coal</i>	metric ton	n/a	23.38	n/a
<i>LPG</i>	metric ton	78.72	33.08	100.9
<i>natural gas</i>	m3	n/a	<10 million: 0.02155 >10 million: 0.1410	<170,000: 0.0953
<i>process gas</i>	1,000 gjoule	n/a	236.82	n/a
<i>Petcock residuals</i>	metric ton	n/a	32.47	n/a
<i>liquid residuals</i>	metric ton	n/a	32.33	n/a
<i>gaseous residuals</i>	1,000 gjoule	n/a	236.82	n/a
<i>electricity</i>	Kwh	n/a	n/a	0.0295

	<i>Environmental tax</i>	<i>Regulatory tax</i>	<i>Total</i>
<i>Carbon (per metric ton CO2)</i>	5.16	27.00	32.16
<i>Energy (per giga joule)</i>	0.3906	1.506	1.8966

Sumber: diolah peneliti dari berbagai sumber

Belanda pertama kali mengadopsi *Carbon tax* pada tahun 1990, akan tetapi pada tahun 1992 dilakukan penyesuaian dengan adanya *Energy tax* sebesar 50%, sehingga proporsi *Carbon tax* menjadi 50%. *Energy tax* tersebut diterapkan sebagai bagian dari *Environmental Tax* atas pemakaian bahan bakar. Dalam penggunaan energi, selain *Carbon/Energi tax* terdapat jenis pajak lain yaitu *Regulatory tax* yang dikenakan juga atas pemakaian energi yang diterapkan pada 1 Januari 1996. Sesuai dengan tabel diatas, besaran tarif pajak *Carbon/Energy Tax* untuk *Environmental Tax* adalah sebesar 5.16 Dfl per metric ton dari emisi CO<sub>2</sub> dan sebesar 0.3906 Dfl per *gigajoule*. Sedangkan tarif pajak *Carbon/Energy Tax* untuk *Regulatory Tax* adalah 27 Dfl (\$16.4) per metric ton emisi CO<sub>2</sub> dan 1.506 Dfl (\$0.91) per *gigajoule*.

Kedua jenis pajak tersebut dikenakan berbeda atas setiap pemakaian bahan bakar mulai 1 Januari 1996. Seperti penerapan di negara lainnya, *Carbon/Energy tax* tidak hanya dikenakan atas bahan bakar karena setiap pungutan mempunyai tujuan yang spesifik. Pada dasarnya *Excise dan Environmental tax* bertujuan untuk meningkatkan penerimaan (*budgeting*), sedangkan tujuan utama diterapkannya *Regulatory tax* adalah untuk mempengaruhi atau mengubah perilaku industri, sedangkan tujuan lain tentunya untuk penerimaan. Selain kedua jenis pajak tersebut, terdapat juga PPN atas bahan bakar tersebut sebesar 17.5% dari semua harga bahan bakar tersebut.

*Carbon/Energy tax* tidak dikenakan terhadap semua jenis bahan bakar. Beberapa bahan bakar dikecualikan dari *Environmental tax* dan *Regulatory tax*. Tarif pajak untuk kelistrikan ditentukan dengan perkiraan jumlah energi listrik yang diproduksi oleh berbagai sumber energi yang berbeda.

### c) **Finlandia**

Pada tahun 1990 Finlandia menjadi negara pertama yang mengadopsi *Carbon tax*. Pada saat itu tarif pajak untuk *Carbon tax* adalah sebesar Mk.6.66 (\$ 1.45) per metric ton CO<sub>2</sub>. Pajak dinaikkan hingga Mk. 13.59 (\$8.34) pada tahun 1995. Pemerintah melakukan proporsi atas *Carbon tax* sebesar 60% dan *Energy tax* sebesar 40 %, sehingga proporsi atas *Energy tax* sebesar 3.5 Mk per MWh (\$ 0.21 per *gigajoule*). Produk yang dipajaki merupakan bahan-bahan *raw*

*material* yang digunakan di dalam industri besar dan bahan bakar minyak tertentu seperti yang digunakan untuk pesawat terbang. Selain itu terdapat beberapa pengecualian diantaranya atas penggunaan bahan bakar minyak untuk kapal laut. Pemerintah Finlandia menyatakan bahwa emisi CO<sub>2</sub> telah berkurang sekitar 5% dengan penerapan *Carbon tax*. Selain itu *Carbon tax* juga telah memberikan stimulasi atas investasi pada sektor teknologi sumber energi yang dapat diperbaharui seperti *Biomassa*.

Pada tahun 1997, sistem perpajakan di Finlandia dilakukan *tax reform*. *Tax reform* tersebut meliputi:

- 1) Meningkatkan *Carbon tax*
- 2) Penghapusan *Carbon tax* atas bahan bakar minyak (*fuel*) yang digunakan untuk pembangkit listrik.
- 3) Penghapusan *Energy tax* (3.5 Mk/MWh) yang dikenakan bersamaan dengan *Carbon tax*.
- 4) Diterapkannya *Energy tax* dalam pengkonsumsian energi listrik.

**Tabel 3.6**  
**Tarif pajak *Carbon tax* di Finlandia setelah *Tax reform* 1997**

<b>Object</b>	<b>Tax Rates</b>
<i>Unleaded gasoline</i>	0.164 Mk/l
<i>Leaded gasoline</i>	0.164 Mk/l
<i>Diesel fuel</i>	0.186 Mk/l
<i>Light fuel oil</i>	0.186 Mk/l
<i>Heavy oil</i>	0.221 Mk/kg
<i>Coal</i>	0.169 Mk/kg
<i>Peat</i>	4.200 Mk/Mwh
<i>Natural gas</i>	0.142 Mk/sm <sup>3</sup>
<i>Electricity consumption :</i>	
<i>domestic and service</i>	31.000 Mk/Mwh
<i>mining and manufacturing industry</i>	16.750 Mk/Mwh

Sumber: diolah peneliti dari berbagai sumber

#### d) Quebec (Kanada)

Quebec merupakan salah satu propinsi di Kanada yang menjadi propinsi pertama dan menjadikan Kanada sebagai negara pertama di negara-negara Amerika Utara yang mengadopsi *Carbon tax* atas *hydrocarbon*, yaitu pada produk minyak bumi, gas alam, dan batubara pada tanggal 1 Oktober 2007. Dengan diberlakukannya *Carbon tax* tersebut maka Quebec menjadi propinsi pertama di negara-negara Amerika Utara yang menerapkan *Carbon tax*. Pajak ini dikenakan kepada produsen energi, distributor dan industri refinari. *Carbon tax* di Quebec dalam setahun dapat menghimpun dana sekitar \$ 200 juta. Pajak ini merupakan salah satu kebijakan yang diterapkan untuk melawan *global warming*.

Sekitar 50 perusahaan energi besar juga dikenakan untuk membayar pajak yang baru diterapkan ini, termasuk Ultramar Ltd., Petro-Canada, dan Shell Canada Ltd. Perusahaan minyak akan membayar sebesar 0.8 sen untuk setiap liter bensin yang didistribusikan ke Quebec dan sebesar 0.938 sen untuk setiap liter minyak diesel (solar). Dengan diterapkannya pajak tersebut diharapkan dapat terkumpul dana pajak sebesar \$ 69 juta /tahun dari penjualan bensin, \$ 36 juta / tahun dari minyak diesel, dan sebesar \$ 43 juta /tahun dari *heating oil*. Namun pada Maret 2008, diberlakukan tarif pajak baru yaitu sebesar 31 sen / gallon bensin, dan 3.6 sen / gallon minyak diesel.

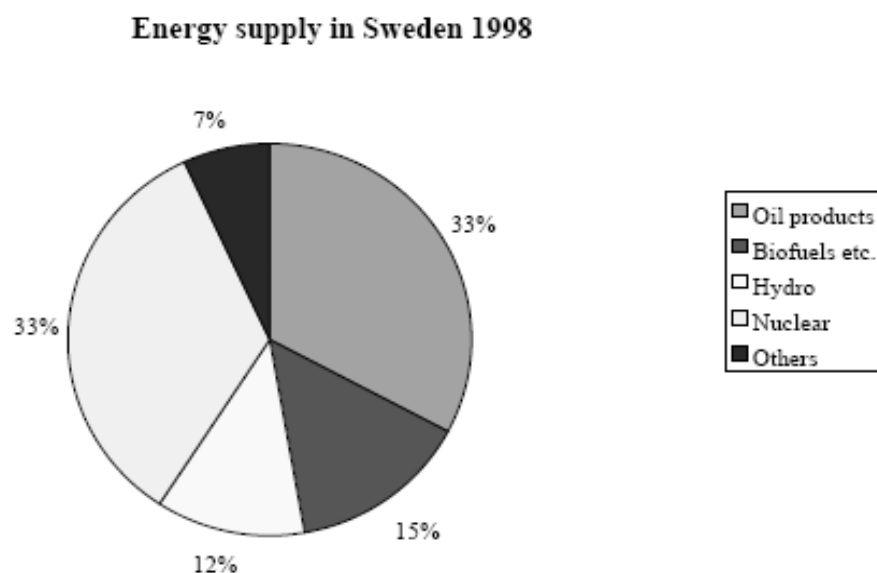
### 3.2 GAMBARAN PENERAPAN CARBON TAX DI SWEDIA

#### 3.2.1 Latar Belakang dan Tujuan Pengenaan

Pada tahun 1999 Pemerintah Swedia mencanangkan 15 program yang berkaitan dengan tujuan kelestarian lingkungan. Program-program tersebut bertujuan untuk menangani masalah-masalah kelestarian lingkungan dan kerusakan lingkungan yang mungkin akan terjadi pada generasi yang akan datang. Dari sekian banyak program yang berkaitan dengan kelestarian lingkungan tersebut, Pemerintah Swedia memberikan perhatian khusus pada masalah iklim sebagai dampak dari pemanasan global.

Emisi gas Karbon dioksida menyumbangkan polusi terbesar yaitu 80% dari pencemaran *anthropogenic* dalam efek rumah kaca di Swedia, dan sekitar 93% emisi CO<sub>2</sub> tersebut dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak. Pemungutan pajak pada sumber-sumber energi di Swedia telah lama diterapkan dan memainkan peranan yang penting di Swedia, baik ditinjau dalam aspek penerimaan pendanaan (*budgetair*), maupun sebagai instrumen kebijakan publik (*regulerend*). Pada tahun 1991 perpajakan pada sektor energi di Swedia dilakukan reformasi (*tax reform*) dan pada saat itulah diperkenalkan *Carbon tax*. *Carbon tax* dan *Energy tax* (pajak-pajak yang berhubungan dengan penggunaan sumber daya energi) sangat berkaitan erat dan memainkan perannya masing-masing. Pungutan lainnya yang diterapkan pada sektor energi adalah *Sulphur tax* dan pungutan atas Nitrogen oksida. Secara historis, regulasi menjadi hal yang penting dalam upaya pemerintah dalam mengurangi emisi baik dari emisi sumber bergerak maupun tidak bergerak, namun saat ini regulasi tersebut hanya memiliki efek yang cukup kecil dalam mengendalikan emisi CO<sub>2</sub> di Swedia.

**Gambar 3.1**  
**Kebutuhan Suplai Energi di Swedia Tahun 1998**



Sumber: *Swedish Environmental Protection Agency*



Di Swedia setidaknya terdapat tiga karakteristik dalam sistem pendayagunaan sumber energi yang membuat Swedia berbeda dengan sebagian besar negara-negara industri lainnya di Eropa:

1. Proses produksi kelistrikan di Swedia sebagian besar tidak menggunakan bahan bakar minyak dan telah berbasis pada energi nuklir dan *hydro power*. Di Swedia juga telah diproduksi kelistrikan dengan *Cogeneration plant* dan *District heating* dalam industri di Swedia.
2. Di Swedia, energi yang dapat diperbaharui menyumbangkan sekitar 27% dari suplai energi di Swedia. *Biomassa* dan *Hydropower* memberikan pasokan terbesar yaitu sebesar 15% dari suplai energi tersebut. Keberhasilan Swedia dalam menggunakan energi yang dapat diperbaharui tersebut tidak terlepas dari keadaan geografis, struktur industrial, dan kebijakan pemerintah. Kepadatan penduduk di Swedia tergolong rendah dengan jumlah hutan yang relatif luas, dimana Bioenergi dapat diproduksi lebih maksimal. Energi yang digunakan di Swedia sebagian besar digunakan oleh industri kehutanan yang mempunyai kesempatan besar untuk mengembangkan dan menggunakan *Hydropower* dan *Bioenergy*.
3. Penggunaan energi listrik per kapita di Swedia tergolong tinggi karena pertumbuhan yang cepat dalam sektor industri yang menggunakan sistem pemanas elektrik. Energi listrik sekitar 35 TWh/tahun yang digunakan dalam industri-industri tersebut. Hal ini setara dengan 25% dari total permintaan listrik di negara tersebut.

Sistem perpajakan sektor energi di Swedia dilakukan reformasi (*tax reform*) pada tahun 1991. Selama tahun 1980-an pemajakan energi difokuskan pada upaya substitusi minyak bumi dan sistem perpajakannya, oleh karena itu sistem perpajakan didesain untuk membatasi pengkonsumsian minyak bumi. Reformasi sistem perpajakan dalam hal ini yaitu diterapkannya *Carbon tax* dan *Energy tax* yang dikenakan atas produk bahan bakar fosil. Dengan diterapkannya *Carbon tax* maka pajak atas penggunaan energi (*Energy tax*) lainnya diturunkan menjadi 50%.

## Tarif Pajak

Tarif Pajak *Carbon tax* di Swedia ketika diterapkan untuk pertama kali pada tahun 1991 yaitu sebesar 250 SEK (\$ 36.8) per *metric ton* sebagai salah satu bagian dalam reformasi sistem perpajakan pada energi, dimana pajak atas energi (*Energy tax*) secara umum dikurangi dan PPN (*Value Added Tax*) diperluas pengenaannya atas energi. Pada tahun 1993, *Carbon tax* untuk industri diturunkan hingga 80 SEK (\$12) per *metric ton*, akan tetapi untuk konsumen lainnya dinaikkan sebesar 320 SEK (\$47.2) per *metric ton*.

Pada saat itu *Energy tax* dihapuskan untuk industri manufaktur dan industri hortikultura. Beberapa insentif energi pada sektor industri diantaranya adalah dengan penurunan tarif *Carbon tax*. Tarif pajak dinaikkan tiap tahun menjadi 370 SEK (\$50.1) per *metric ton* pada tahun 1996, dimana industri membayar hanya 25% dari tarif pajak yang seharusnya. Secara umum, pajak dikenakan kepada motor (mesin) dan *heating fuel* (pembangkit energi panas yang menggunakan sumber bahan bakar minyak). *Biofuel* dan produk minyak bumi (*fuel*) yang digunakan untuk pembangkit listrik dikecualikan, pengecualian lainnya diberikan kepada bahan bakar minyak yang dipakai untuk kapal, pesawat terbang, dan lokomotif kereta.

**Tabel 3.7**  
**Pajak atas Energi yang Diterapkan di Swedia Tahun 1997**

Table 1. Summary of current taxes and charges applied on energy in Sweden.

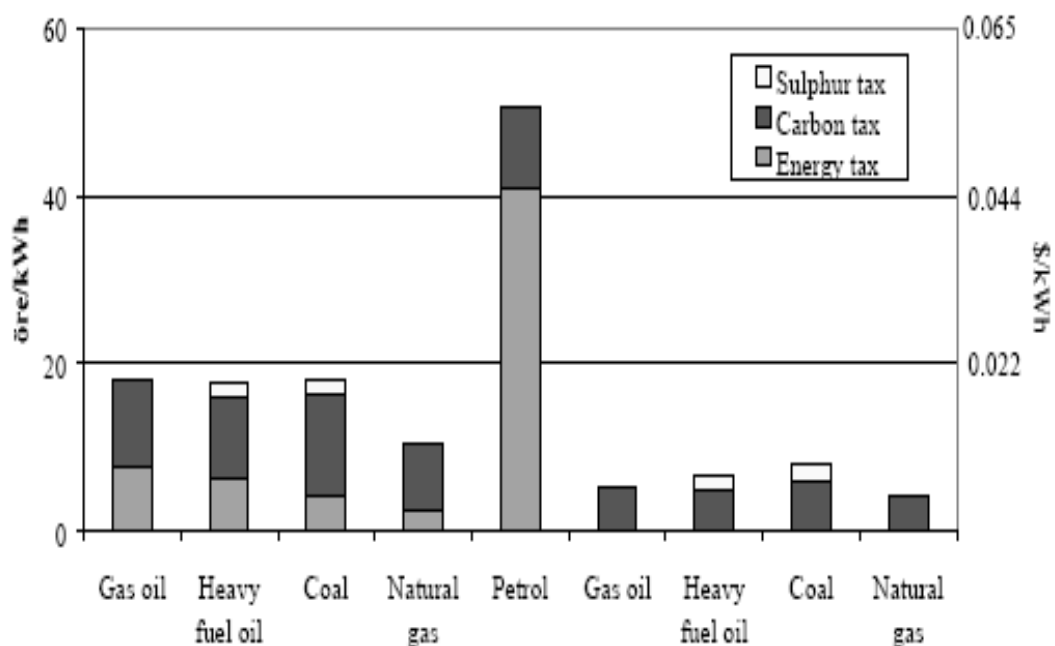
Type of tax	Tax level	Comments
Energy tax	Differs among the fossil fuels, see Fig. 1	Applied on all fossil fuels. No tax on fuels used in industry or for electricity production
Carbon tax	General level 0.36 SEK/kg CO <sub>2</sub> (\$ 150/tonne CO <sub>2</sub> )	No tax is applied fuels used for electricity production and 50% of the general level on fuels used in industry
Sulphur tax	30 SEK/kg S (\$ 3.3 /kg S)	Applied on heavy fuel oils, coal and peat. If sulphur is removed from the exhaust gases the tax could be refunded in accordance with that
Nitrogen oxides charge	40 SEK/kg NO <sub>2</sub> (\$ 4.4/kg)	Applied on heat and power plants which use more than 25 GWh/yr. The charge is refunded to the group in proportion to their energy use
Tax on nuclear electricity production	2.7 öre/kWh (\$ 0.003/KWh)	
Electricity consumer tax	11-16 öre/kWh (\$ 0.012-0.017/kWh)	No tax on electricity used in the industrial sector
Value added tax		Applied on all energy consumed

Sumber: *Swedish Environmental Protection Agency*

Ketika sistem perpajakan yang baru diperkenalkan, industri dibebaskan dari *Energy tax* dan hanya dikenakan 50% dari *Carbon tax*. Pada tahun 1993, tarifnya diperkecil kembali menjadi hanya 25%, sedangkan pada tahun 1997 dinaikkan kembali menjadi 50%. Industri juga diberikan insentif atas penggunaan energi dimana terdapat peraturan khusus untuk mengurangi besaran *Carbon tax* atas industri. Secara umum dampak atas dilakukannya reformasi pajak atas

industri pada tahun 1991 yaitu tidak dikenakannya *Carbon tax* dalam produksi kelistrikan tetapi konsumen non industri membayar pajak atas penggunaan listrik mereka. Saat ini tarif *Carbon dioxide tax* sebesar 36,5 ore/kg CO<sub>2</sub> / USD 150/ton emisi carbon. *Energy tax* dari bahan bakar minyak khususnya bensin dan beberapa produk minyak lainnya ditetapkan lebih tinggi diluar sektor industri.

**Gambar 3.2**  
**Besar Energy, Carbon, dan Sulphur tax di Swedia**



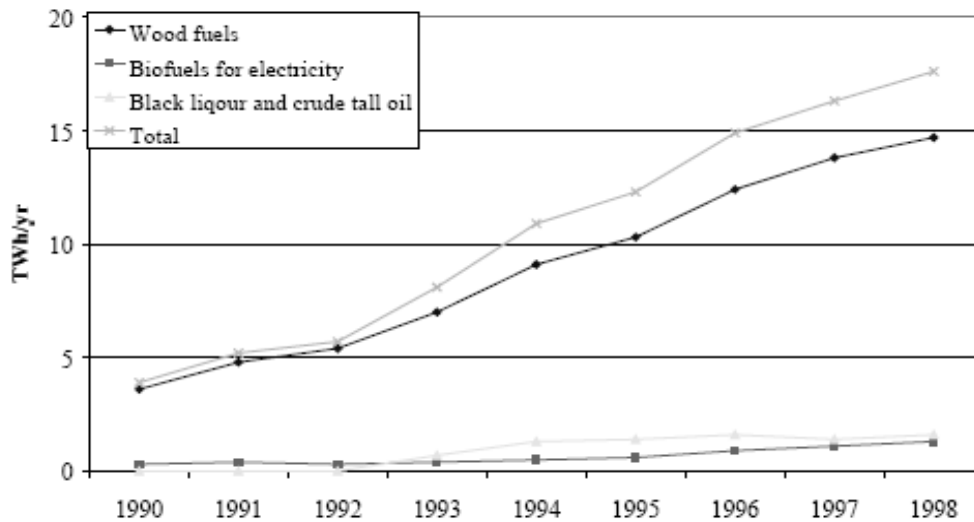
Sumber: *Swedish Environmental Protection Agency*

### **Dampak Pengenaan dari *Carbon Tax***

Dampak yang paling besar dalam reformasi sistem perpajakan adalah dipergunakannya biomassa sebagai bahan bakar energi di dalam industri *heating*. Sejak tahun 1990, biomassa penggunaannya ditingkatkan di sektor industri, meskipun dalam jumlah yang tidak terlalu signifikan yaitu dari sebesar 45 TWh/tahun menjadi 56 TWh/tahun. Alasan untuk melakukan ekspansi energi dapat dengan dipahami dengan memperbandingkan *heat production cost* yang

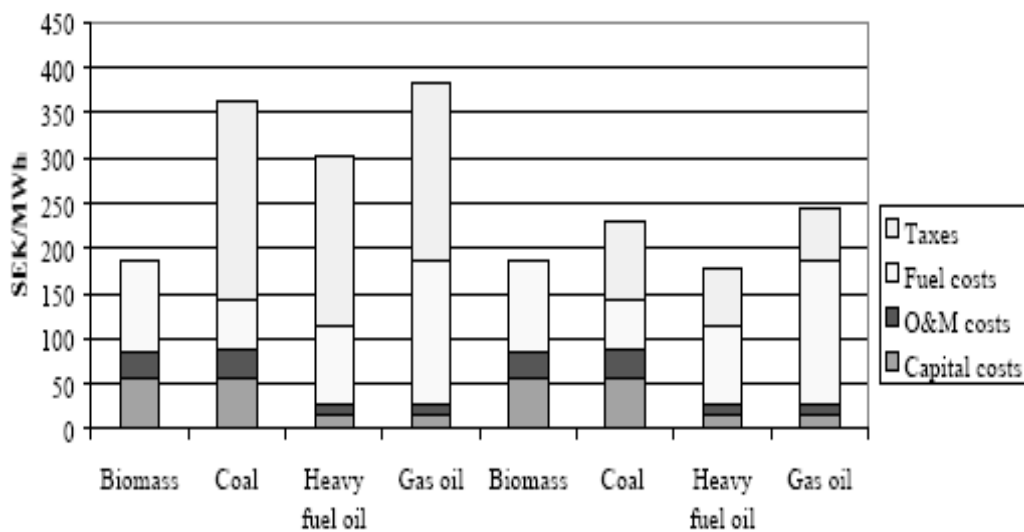
berbasis pada biomassa dengan *heat production cost* yang berbasis pada bahan bakar minyak (*fuel*). Grafik III.4 merupakan perbandingan antara penggunaan biomassa dan bahan bakar minyak (*fuel*) pada industri *heating* di Swedia.

**Gambar 3.3**  
**Penggunaan Biofuel di Dalam District Heating**



Sumber: Swedish Environmental Protection Agency

**Gambar 3.4**  
**Besaran Heat Production Cost di Swedia**

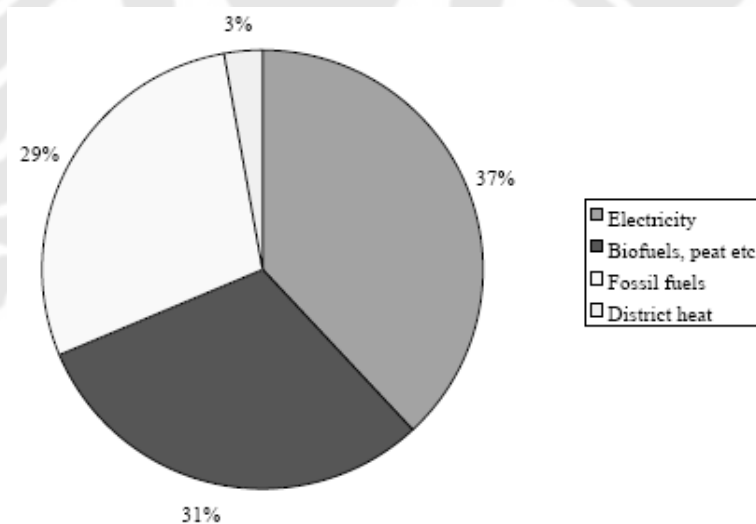


Sumber: Swedish Environmental Protection Agency

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan dampak dari *Carbon tax* di dalam industri relatif kecil dibandingkan dengan *district heating*, diantaranya yaitu:

- 1) *Tax level* pada industri jauh lebih rendah daripada *tax level* pada *district heating*
- 2) Hanya relatif kecil bagian saja (30%) dari suplai energi kepada industri yang berbasis pada bahan bakar minyak (*fuel*) ketika *Carbon tax* diperkenalkan. (Grafik III.5)
- 3) Total level pajak pada bahan bakar fosil (*fossil fuel*) di dalam industri dikurangi saat *tax reform* pada tahun 1991.
- 4) Biaya untuk kebutuhan energi pada sebagian besar industri di Swedia merupakan sebagian kecil saja dari total biaya yang dikeluarkan industri-industri tersebut dan tidak menjadi prioritas utama.

**Gambar 3.5**  
**Proporsi Energi yang Digunakan di Swedia Tahun 1990**



Sumber: *Swedish Environmental Protection Agency*

Perbedaan pengenaan *Carbon tax* pada setiap sektor menimbulkan pengaruh tertentu kepada perilaku industri. Antara tahun 1993 hingga tahun 1997 ketika perbedaan pemajakan diantara bahan bakar minyak (*fuel*) yang dipergunakan di dalam sistem *distric heating* dan yang dipergunakan di dalam

industri lebih besar dari saat ini, beberapa industri menjual barang *by product* mereka kepada perusahaan *distric heating* tersebut ketika mereka sendiri telah mempergunakan minyak bumi. Hal ini tidak menjadi suatu solusi yang tepat dengan dilakukannya reformasi perpajakan tersebut.

Pada bulan Desember 1995, *Natural Protection Agency of Sweden* memberikan laporan pertama mengenai evaluasi mengenai penerapan *Carbon tax*. Berdasarkan hasil laporan tersebut menyatakan bahwa telah terjadi penurunan jumlah emisi CO<sub>2</sub> sebesar 8.000 Kt (19 % dari keseluruhan jumlah emisi), dari tahun 1987 hingga tahun 1994. selain itu, hasil laporan lainnya menyatakan bahwa sekitar 60% dari pengurangan emisi CO<sub>2</sub> tersebut, diperoleh dengan diterapkannya *Carbon tax*, dan sebesar 40% sisanya merupakan hasil dari efisiensi energi dari *district heating*. Pengurangan emisi CO<sub>2</sub> tersebut terjadi pada beberapa sektor di Swedia antara lain:

a) *District Heating*

*District heating* merupakan sektor yang paling terpengaruh dengan adanya *Carbon tax*, karena pola konsumsi minyak sebagai bahan bakar berubah secara drastis mengalami perubahan dari bahan bakar minyak (*fuel*) menjadi *biofuel*. Produksi energi listrik dengan pembangkit generator, menjadi sektor paling efisien pada pembangkit listrik dan pembangkit panas (*heating plant*) karena dapat memproduksi energi dari produksi awal sebesar 2.5 TWh menjadi sebesar 4 TWh. *Carbon tax* untuk bahan bakar minyak (*fuel*) yang digunakan untuk generator pembangkit dikecualikan dari pengenaan. Dampak yang tidak langsung dari penerapan *Carbon tax* yaitu adanya efisiensi dan efektifitas dalam penggunaan energi pada *district heating* yang disumbangkan dari kalangan pemilik apartemen yang juga mengurangi konsumsi atas energinya.

b) Industri

Dengan dilakukannya reformasi sistem perpajakan (*tax reform*) atas *Energy tax* dan *CO<sub>2</sub> tax* pada tahun 1993, pajak secara drastis diturunkan untuk sektor industri, dan sebaliknya untuk sektor konsumen umum dinaikkan secara drastis. Meskipun jumlah energi yang digunakan tetap yaitu sebesar 141 TWh,

jumlah dari produksi ditingkatkan sebesar 11%. Atau dengan kata lain, efisiensi dalam penggunaan energi meningkat sebesar 11% jika dibandingkan dengan jumlah produksi. Berdasarkan hal tersebut, maka emisi CO<sub>2</sub> dapat dikurangi sebesar 10%.

c) Rumah Tangga

Dalam sektor rumah tangga, pengaruh penerapan *Carbon tax* tidak sebesar pada *district heating*. Jumlah dari penggunaan energi meningkat sebesar 5% dari jumlah keseluruhan yaitu dari sebesar 90 TWh menjadi 95 TWh. Efisiensi energi pada sektor perumahan dan apartemen meningkat dari 1% hingga 6% secara berturut-turut., dan pada bangunan (*hall/building*) juga meningkat walaupun tidak signifikan. Dengan diterapkannya *Carbon tax*, emisi CO<sub>2</sub> dapat berkurang sebesar 12% untuk perumahan, 45% untuk apartemen, dan 32% untuk bangunan.

**Tabel 3.8**  
**Jumlah Emisi CO<sub>2</sub> Setelah Diterapkan *Carbon Tax* di Swedia**

<i>Fields</i>	1987 <i>Emission (Kt)</i>	1994 <i>Emission</i> (Kt)	<i>Reduced</i> <i>amount (Kt)</i>	<i>Reduced</i> <i>rate (%)</i>
<i>District heating</i>	9.400	6.800	2.600	27.7
<i>Industry</i>	20.000	18.000	2.000	10.0
<i>Home</i>	4.900	4.300	600	12.2
<i>Apartment</i>	3.300	1.800	1.500	45.5
<i>Hall and Building</i>	4.000	2.700	1.300	32.5
<i>Total</i>	41.600	33.600	8.000	19.2

Sumber: diolah peneliti dari berbagai sumber

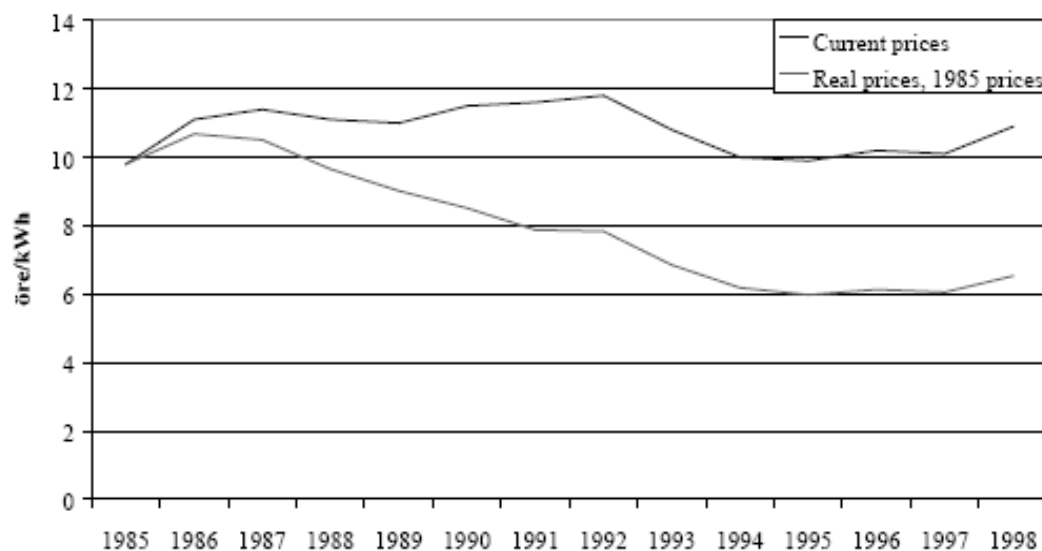
Terdapat beberapa kajian mengenai penghitungan atas akibat yang ditimbulkan emisi CO<sub>2</sub> dari instrumen kebijakan yang diterapkan pada awal tahun 1990an. Sebagai contoh *Natural Protection Agency of Sweden* pada tahun 1997 memberikan laporan nasional kedua tentang perubahan iklim yang menyatakan bahwa telah terjadi penurunan emisi CO<sub>2</sub> pada tahun 1995 sebesar 15% sejak



diberlakukannya kebijakan ini pada awal tahun 1990an. Pada tahun 2000 diperkirakan terjadi penurunan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 20-25% dari tahun 1990 sejak paket instrumen kebijakan diberlakukan. Hampir 90% dari penurunan emisi tersebut merupakan hasil dari sistem pajak yang telah direformasi (*tax reform*), dan 10% sisanya merupakan hasil dari *investment grants* dan program-program pemerintah dalam kaitannya dengan efisiensi energi.

Perkembangan cukup signifikan sebagai hasil dari sistem perpajakan yang baru adalah dimungkinkannya pengembangan metode ekstraksi Biomassa dan berkembangnya pasar Biomassa di Swedia. Peningkatan dari permintaan Biomassa dapat terjadi tanpa harus dengan menaikkan harga dari biomassa tersebut, kenyataannya adalah harga Biomassa saat ini sama dengan harga pada pertengahan tahun 1980an, dimana pada saat itu masih menjadi barang yang langka.

**Gambar 3.6**  
**Harga dari *Forest Fuel***



Sumber: *Swedish Environmental Protection Agency*

Pasaran Biomassa telah dikembangkan dengan disediakannya para supplier Biomassa kepada produsen pembangkit panas (*heating plant*). Kombinasi dari peningkatan permintaan atas biomassa dengan tekanan dari pasar menjadi hal

penting dalam kemungkinan untuk mengkombinasikan peningkatan permintaan dari rendahnya harga. Expansi Biomassa ke *district heating* telah menjadi awal yang baik dalam proses sistem evaporasi emisi CO<sub>2</sub> karena sifat biomassa yang lebih ramah lingkungan. Teknologi tersebut telah dapat meningkatkan efisiensi di dalam pembangkit biomassa yaitu sebesar 10 – 25 %. (*Swedish Environmental Protection Agency, 1997*). Dengan tingginya kebutuhan Biomassa, maka telah dikembangkan instrumen yang lebih sederhana dan lebih murah dalam pengukuran emisi, kalkulasi, dan evaluasi.

