



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

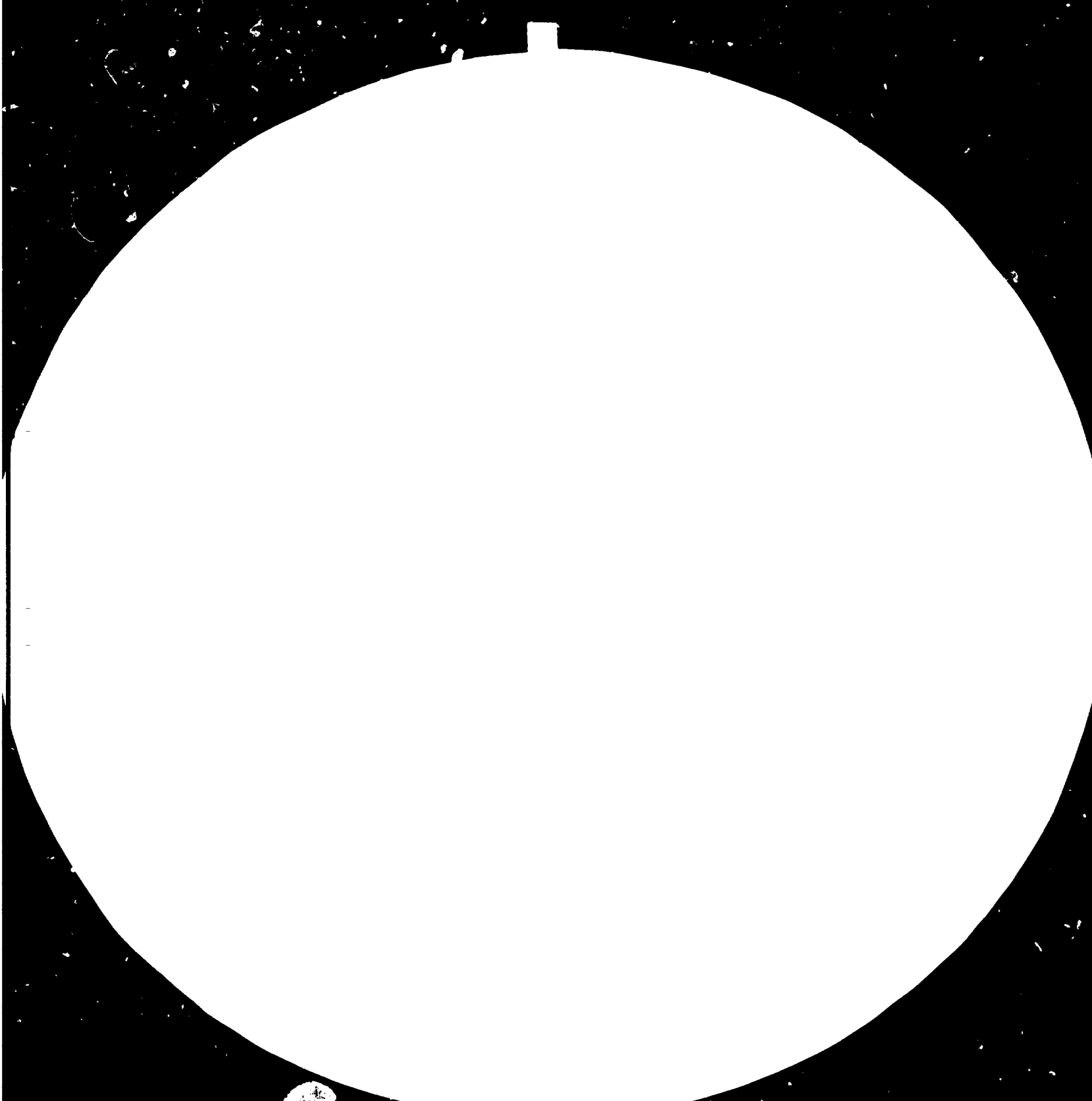
## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





28

25



30



32

35



## MICROSCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS

GAITHERSBURG, MARYLAND 20899

ANSI Z39.18-1983 (MIL-STD-151)



UNIDO/UNDP

14283



ASSISTANCE TO THE DEVELOPMENT OF SMALL INDUSTRY  
IN INDONESIA  
( PROYEK DP/INS/78/078 )



Bjorn Eidsvig

983

DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
DIREKTORAT JENDERAL INDUSTRI KECIL





**UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**  
**(ASSISTANCE TO THE DEVELOPMENT OF SMALL INDUSTRIES)**  
DP/INS/78/078

**PROJECT ADDRESS:**  
DIRECTOR - GENERAL SMALL INDUSTRIES  
JALAN SURABAYA NO 20  
JAKARTA PUSAT  
TELEPHONE 34975

**PLEASE REPLY TO:**  
C/O UNDP  
POST BOX 2338  
JAKARTA  
TELEPHONE 221308  
CABLE UNDEVPRO JAKARTA  
TELEX UNDEVPRO 011 - 44178

**REFERENCE:**

No. : IE.83-45/V -10.

DOC. PAPER No. 27.

Indonesia.  
INDUSTRIAL UTILIZA-  
TION OF TOWN WASTE  
& translation  
Industrial Eng.

1983

Bjorn Eidsvig

UNIDO Project INS 78/078  
Industrial Engineer

Town wastes are High value resources

On request as a basic for further discussions, we have in the following listed the expected main content of the town wastes and indicated some of its possible specified uses.

A condition from the city council must it be that the selected system is hygienic, economic, and leaves the town relatively clean. As of to-day, these conditions are not well fulfilled.

To enable rational and economical use, it is necessary also to embark on rational systems for collection and processing.

The system of having pickers to search around in peoples garbage bins for certain commodities, is certainly neither rational nor economic.

Whether the collection is done by the city council or through private activities does not appear very essential as long as the town is kept clean. When embarking on private arrangements however, this can not always be the case as long as the collection costs money.

The indications in the following shows that semi industrial activities are possible, and considering the todays involvement of people, directly and indirectly, for certain the economical prospects appear positive.

To be able to collect the major part of values out of the garbage, is it necessary to do a selective disposal of the wastes from the side of the consumer. We will indicate the following distribution of waste disposal to be done:

1. Wastes suitable to be used as pig feed to be disposed in separate buckets. Once per day the buckets will be placed under a lid on road - side for content collection by the pig feed collector. ( He may record the weight as basis for a limited monthly pay for the collected feed )

2. Possible cattle feed will be put in a plastic bag, placed next to the pig feed and collected by the same man, put into a separate compartment of his cart.
3. Dry wastes will be placed in a separate dust bin for weekly or 2 - weekly collection. The dry waste bin will only contain items that can be reused in one way or another, including all paper, metal, cans, plastic, textile pieces, rubber, glass, wood.etc. ( For these wastes may be provided a compulsory bin, possibly free of charge, but no payment for the wastes will apply ).
4. The further wastes may be continued disposed as to day, or a better system can be implemented. At the nearby collection central these wastes can roughly be divided into 2 categories wastes for fuel briquetting and wastes for dumping/composting.
5. Wastes from industry, hotels and other larger institutions to be separated according to individual arrangements.

At the collection central for dry waste, the wastes will be sorted and treated as specified below, and probably most practically, the semi processing and baling will be completed here.

The fuel briquetting may possibly be located elsewhere, where the raw materials being separated from the bulk of further wastes.

There will be an incentive for the public to do correct sorting, since partly payment and partly free of charge collection will occur. Additionally may it be possible to forbid deliberate wrong sorting.

To further boost constructive use of especially industrial wastes, may it be possible to establish a waste-exchange central having the aim of finding users for existing wastes and wastes for required raw materials etc.

Since this only pretends to be a discussion paper, no investigation of existing prices, demands, availabilities, or systems have been done. This can be done in a feasibility study to be made, by us or by others.

Before anybody doing any further constructive work, we will recommend that a study of the existing situation will be done, specifying the systems in use and the related costing and also specifying the distribution on the content of the individual wastes.

A high extent of picking sundry commodities from the waste bins by private collectors exist. It is therefore important that these activities are included in the study to get a correct picture.

In the principle we can indicate the following possible dispositions for wastes in the future, subject to a feasibility study showing sufficient rational and economy for the different commodities:

#### Paper and cartons wastes

The following uses can be indicated:

- Selected cartons, magazines and newspaper to be sorted, piled and sold for use in its existing form for packaging and other purposes
- Sorting of paper in different grades suitable for pulping for production of new paper and card-board of different grades. To be sold to paper mills.
- Lower grades to be used for the manufacturing of corrugated asphalt impregnate roofing sheets after pulping.
- Unsuitable qualities to be fine shredded and sold as a packaging material or for animal bedding etc.
- Briquetting of fuel from subquality paper.

#### Iron and steel wastes.

The following uses can be indicated:

- Cast iron scrap to be sorted out, chopped into pieces suitable for remelting, and sold in bulk to iron foundries



- Steel scrap of suitable sizes and shapes to be sorted, straightened and cleaned for sale in existing ~~form~~ for sundry manufacturing purposes.
- Steel scrap of sufficient size to be heated and rolled into suitable small profiles or small sheets in a small rerolling mill installed for the purpose
- Light bulky and unsuitable steel scrap and chips from processing machines ( swarf ) to be baled in heavy baling press for sale in bales to steel works for remelting, possibly after cutting in a shear, ( including abandoned car bodies )
- Other steel scrap, possibly after cutting, to be sold to steel works for remelting.

#### Tin cans and tinplated scrap

- Materials and cans that can be used in its existing ~~form~~ to be sorted out and sold separately for the manufacturing of products as kerosene lamps, funnels, kitchen ware, small caskets etc. Larger cans to be split, material planed and sold in bundles for manufacturing purposes
- Further materials to be washed and shredded as to requirement and delivered in bulk to a detinning plant to be established. The detinning plant will use a alkaline electrolytic process for separating and remelting of the tin. Remaining steel scrap will be baled and sold to steel works for remelting while the high value tin ingots will be sold separately.

#### Other metals

- These will be sorted as to its kind and sold in bulk. Scrap from wire, thin plate, swarf and other less consistent goods may require baling or remelting into ingots before sales. Electrical wire will to be stripped clean or burnt out before compacting.

#### Film wastes and film development liquid

Photographic film contains silver. The silver will during the processing to 80 % be washed into the development liquid. Being able to collect new spoilt film, old developed film and used liquid, is it a relatively simple and inexpensive process to extract metallic silver from these wastes.

The wastes are readily available at hospitals and doctors ( X - ray ), film processing laboratories, newspapers, and others.

#### Plastics

- Only thermoplastics can be used. These must first be sorted into different materials and colours, washed if necessary, and thereafter granulated in a simple knife mill. Crumbing can be done through heating of the granulate to make it shrink together and decrease in volume. The best product and price will however be obtained through pelletizing, then also obtaining security against the presence of foreign particles in the product.
- Residues of unidentified thermoplastics can be reconditioned in common, obtaining a low price product still of some value.
- Foam plastics require melting and repelletizing to be used again as normal plastics, or they can be granulated and remoulded as foam plastics.

#### Textile wastes

- Textile and garment wastes are of high value for different purposes as for manufacturing of shoddy, blanket weft yarn, high grade papers, etc. Also unprocessed the wastes can be used for making wiping cloth, for weaving of rugs, for dusters and cleaning cloth, for manufacturing of dolls and other small products, etc.

Rags can either be sold in its existing form after sorting as to material and colour, washing if necessary, or a pulling machine can be installed enabling the sales of shoddy material for respinning and for wadding for upholstery.

Low quality fibre which may be difficult to sell can be a useful blend in the manufacture of asphalt impregnated roofing sheets based on paper wastes

Low quality rags can also be used for the manufacture of activated carbon, a process which is simpler than from coconut shells.

#### Rubber.

Rubber is vulcanized with sulphur and can not readily be remoulded. Therefore there in the principle exist 3 ways of reuse of the main source; tyres and tubes from vehicles:

- a) By using the vulcanized rubber as it is through cutting and reshaping of existing pieces. This include first of all the manufacture of elastic, textile reinforced rubber webbing strips for bed bottoms and other upholstery work. Working shoes of rural type fenders, hinges, flexible coupling pads, etc.

The tyre converting industry can be expanded and old tyres can be sold at a market price.

- b) Through grinding the rubber into crumb with particle size under 0,8 mm. The crumb will be used for inmixing with new rubber in moulding of new products where it will act more or less like a filler. Crumb can be mixed in, dependant on conditions, with up to 80 % of the total weight.

Products where crumb can be used include;

- shoe soles and heels, solid wheels for trolleys etc., motor car fenders and shock absorbers, moulded rubber mats, car battery cases, hoses, pacings, etc.

For such purposes the ready to use crumb could be made available directly from the waste collection central.

- c) Through devulcanizing of the rubber to enable its reuse like new unvulcanized rubber. This is a higher investment project which may become viable in a bit larger scale. The devulcanizing takes place in a special extruder where rubber crumb is worked with desulphurizing oils at 200 °C for 5 min. A plant with a capacity of e.g. 2000 t p.a. may become a viable proposition in Jakarta.

#### Glass.

Glass wastes may be ranged for the following uses:

- Reuse of bottles, jars and glasses, mainly for their original purpose. This will in general required sales back to the original user, i.e. packers of juices, jams, pastes, medicines, etc. It generally does not pay for these users to wash the utensils mainly because of the limited quantities. Therefore the collection central must do complete sorting, washing, inspection and sterilisation of the products, before resale.
- The converting of wastes as e.g. bottles through cutting, meltreforming and grinding into other products as jugs, funnels, jars, etc. ( This market may be fairly limited ).
- Sale of cullets for remelting, mixing with virgin materials in the production of sundry new glass products.
- Crushing and sifting to glass sand or powder. This is first of all used in the manufacture of sand-paper and matches where it fetches good prices.

It can also be used in larger quantities, fetching lower prices for mixing with clay in the production of building bricks. As much as 70 % may be used. The glass content give the brick a more water repellant surface and reduces the heat requirements of the burning kiln.

Other Mineralic wastes.

These will mainly occur in the industry and include used furnace linings, slags from furnaces and other processes, sand filter fillings, bricks and plaster from torn down buildings, ashes, chemical wastes from industry, etc.

Uses may dependant on the type in addition to compact fillings, include the use as concrete aggregate, railway ballast, road tarmacking stone, sewage filters, light aggregate for blocks, flooring, brick making, soil conditioning etc. Chemical wastes in one industry may also form a possible input for another industry.

Used Lubrication Oils

- In general all used lubrication oils from engines and industrial machinery should be regenerated for lubrication purposes.
- When this is not practicable, e.g. for transport cost reasons, when quantities are not sufficient for a refining enterprise, other possibilities exist.  
These include the use in wood preservatives and the use as fuel for boilers, dryers, kilns, or others.

Wood wastes, wood chips and other combustibles

- A range of combustibles can be extracted from the wastes. Wood pieces and similar may be used directly as fuel, sometimes after required chopping and drying.
- Wood chips and saw dust can be regularly used as fuel in the industry for boilers, dryers, brick works, and sundry kilns. Sometimes the burners must be specially adapted to the type of fuel but not always. Saw dust for instance is a very useful fuel used in its present state in overhead sprinkle burners in clay works.

This is a for better usage than converting into carbon briquettes and hence losing the major part of the calorific value while at the same time the industry wastes enormous amounts on fuel oil.

Other combustibles will normally form a reasonable part of the rest bulky mass of wastes. The combustible part of the mass can roughly be sorted out with a dung fork. This mass require sun drying in a big open yard, whereafter it probably with good results may be briquetted. Such fuel briquettes may be used as they are or one may achieve good results through carbonizing.

#### Food Wastes.

Wastes of food from hotels, institutions and homes may be used directly for the rearing of pigs. The condition is that the food wastes are daily collected in separate buckets and that the waste disposers have been oriented about what is acceptable feed. Left over, not extensively contaminated food, peels and wastes are acceptable. The feed must be boiled before feeding the pigs.

#### Grass, leaves, vegetable wastes, etc.

- Most of these can beneficially be utilized as feed for cows, sheep or goats in its existing fresh form, rather than mixed with other wastes, but must be left in separate bags to be collected when curing, together with the pig feed. Even if sometimes containing undesirable crops, when served fresh and whole to the cattle, they will themselves be able to make some distinctions. A screening for protection against Wire pieces and other sharp harmful content is required.

#### Incombustible bulk wastes.

General wastes rich in carbon and with limited quantities may in general be found useful for briquette manufacture as mentioned above.

Wastes rich in Nitrogene and with higher water content are better suited as soil builders. Hence when other components are taken out of the wastes as specified above, the residue is what in general is fit for building of future high quality soil.

That can take place in a composting scheme or a composting plant. Normally however, an expensive composting plant or process is not required, rather leaving the wastes in a common filling wherefrom it after months or rather a few years can be extracted as soil as to requirement.

#### Human and animal excreta

Human and animal excreta should ideally be used for biogas manufacture. That can take place on home level or in a larger plant run by the community in one way or the other. The material may than contain a certain amount of water, but preferably only limited contents of soap and urine. It may be possible to find a system leading the excreta to a simple biogas digester having an outlet leading to the common septic tank.

The pumping out slurry from the septic tanks may not be found useful for feeding of biogas digestors. Freshly used it is not either recommended to use directly as manure on crops for animals or humans. Under no circumstances can it be allowed dumped in to the sea or into rivers. The best solution is it probably to dump it on the compost filling as indicated above, where it will speed up the composition process and improve the value of the compost.

Jakarta, 17th February 1983.

Bjorn Eidsvig,

Industrial Engineer - UNIDO.

Translation: Sudinarto

SOI - UNIB 143/71/270.

No. 83-85/V - 10.

Industrial Engineer

LIHAT LAMBAH KOTA MERUPAKAN SUMBER-  
SUMBER BERNILAI TINGGI.

( Original Title: Town waste are high value resources ).

Atas permintaan untuk dijadikan sebagai dasar dari diskusi selanjutnya, maka berikut ini kami menguraikan daftar dari kota-kota utama dari limbah kota dan menguraikan beberapa kemungkinan yang mungkin yang spesifik. Suatu persyaratan yang ditentukan oleh pemerintah kota-praja adalah bahwa sistem yang dipilih itu memenuhi standar kesehatan, keselamatan, dan secara relatif tetap menjaga kota dari keadaan yang kotor. Sebagaimana terlihat pada saat ini, masalah kesehatan ini tidak dipenuhi dengan semestinya.

Untuk memungkinkan penggunaan yang rasional dan ekonomis, maka diperlukan suatu hal yang perlu untuk memulai dengan pengumpulan limbah yang rasional untuk pengumpulan dan prosesnya. Suatu sistem dengan menewaskan para penduduk sampah/limbah ke tempat-tempat tidak akan sampai penduduk untuk mengumpulkan sampah ke tempat tertentu, tentu saja tidak rasional dan ekonomis.

Apakah pengumpulan itu akan dilakukan oleh pemerintah praja dan pihak swasta tidak akan menjadikan kota-kota ini menjadi bersih. Jika menyangkut pemerintah praja dan swasta, maka hal seperti itu tidak selamanya tercapai oleh pengumpulan tersebut memerlukan biaya tertentu.

Petunjuk-petunjuk berikut ini memperlihatkan bahwa kegiatan-aktivitas semi-industrial itu dimungkinkan, dan mengingatkan bahwa pada saat ini telah melibatkan orang-orang untuk mencari prospek ekonomis itu cukup positif.

Untuk memungkinkan mengumpulkan nilai-nilai tersebut dari tumpukan limbah, maka sangat diperlukan diadakan cara pembuangan limbah secara selektif oleh pihak konsumen.



Kami akan menunjukkan cara yang dilakukan untuk mendistribusikan limbah sebagai berikut ini:

1. Limbah yang dapat dipergunakan untuk makanan ternak babi yang dituang dalam kotak-kotak tersendiri. Setiap hari kotak-kotak dengan bertutup diletakkan di tepi jalan dan isinya akan dipungut oleh pengumpul makanan babi. ( Dia dapat mendasarkan upah yang akan diterimanya berdasarkan beberapa jumlah berat yang telah dikumpulkannya untuk setiap bulannya ).
2. Yang dapat dijadikan sebagai makanan ternak dimasukkan dalam kantong plastik, dan diletakkan di samping makanan babi, dan dipungut oleh orang yang sama, yang lalu diletakkan dalam bagian tersendiri di gerobaknya.
3. Sampah-sampah kering, diletakkan dalam kotak sampah tersendiri untuk dipungut seminggu sekali atau 2 minggu sekali. Kotak sampah kering ini hendaknya hanya diisi oleh bahan-bahan tertentu yang kiranya masih mungkin dipergunakan lagi, termasuk semua kertas, logam, kaleng, plastik, bagian tekstil, karet, gelas, kayu dan lain-lain. (Untuk limbah ini hendaknya disediakan kotak yang diwajibkan penyediaannya, mungkin secara bebas dari pembayaran, tetapi untuk sampah itu sendiri tidak akan dibayar dalam bentuk apapun).
4. Sampah-sampah selebihnya dapat diteruskan pengumpulannya seperti apa yang telah dijalankan sampai sekarang, atau mungkin dapat difikirkan suatu cara yang lebih baik. Pada pusat-pusat pengumpulan sampah yang terdekat limbah ini dapat dipisahkan dalam 2 kategori, yaitu untuk pembriketan akhir dan limbah untuk diubah jadi kompos atau buangan.
5. Limbah dari industri, hotel dan gedung lainnya yang dipisahkan pengambilannya menurut pengaturan secara individual.

Pada pusat pengumpulan limbah yang kering, maka limbah tersebut akan dipilih dan digarap seperti diuraikan berikut ini, dan mungkin yang paling praktis adalah bilamana proses pemampatan dalam bal-bal dan semiprocesing telah pula dilakukan di sini.

Pelaksanaan pembuatan briket bahan bakar dapat saja dilakukan di tempat tertentu lainnya, di mana bahan-bahan bakunya memang sudah dipisahkan dari bahan-bahan limbah lainnya. Sebaiknya ada suatu perangsang untuk umum untuk melakukan penyaringan yang benar dan baik, karena akan terjadi cara pembayaran yang dibayar untuk sebahagian dan sebagian lagi tidak diberikan pembayaran.

Sebagai tambahan bila dimungkinkan hendaknya juga dilarang dilakukannya cara penyaringan yang keliru.

Untuk lebih memberikan rangsangan terhadap penggunaan konstruktif terutama terhadap limbah industri, bila dimungkinkan hendaknya mendirikan suatu pusat penukaran limbah industri, yang dapat menemukan pemakai-pemakai dari limbah yang ada dan limbah yang dapat diolah jadi bahan baku lagi dan lain-lain.

Karena karangan ini hanya dimaksudkan sebagai karya untuk diskusi, saja, maka tidak dilakukan suatu penelitian tentang harga yang ada, permintaannya, tersedianya, atau sistem-sistem yang telah dikerjakan. Hal ini dapat dilakukan dalam suatu studi kelayakan yang dikerjakan oleh orang lain atau kita sendiri.

Sebelum seseorang itu melakukan kerja konstruktif lebih lanjut, kami menganjurkan agar diadakan suatu studi tentang situasi yang ada, dengan memperincikan sistem yang dipakai, dan biaya yang diperlukan dan juga memperincikan mengenai distribusi dari ini dari limbah-limbah yang bersangkutan.

Sampai kini telah ada para pengumpul swasta yang mengumpulkan pelbagai komoditi dari kotak-kotak limbah. Karena itu ceramatlah penting bahwa-sesya aktivitas ini diarahkan dalam studi untuk mendapatkan gambaran yang sebenarnya. Dalam prinsipnya, kita dapat menunjukkan kemungkinan disponsai berikut ini untuk limbah di masa mendatang, yang ditentukan dalam studi kelayakan yang menggambarkan keadaan yang rasional dan ekonomis untuk mengerjakan pelbagai komoditi:

#### Limbah kertas dan karton.

Di bawah ini diberikan penggunaan-penggunaannya sebagai berikut ini:

- Karton yang terpilihkan, majalah dan surat kabar yang dipisahkan, di tusuk dan dijual untuk digunakan dalam bentuk aslinya dan untuk keperluan lainnya.

- Penyortiran kertas dalam pelbagai kualitas yang dapat dipergunakan sebagai bahan pulp untuk memproduksi kertas baru dan karton dengan pelbagai kualitas, yang dapat dijual kepada paberi kertas.
- Kualitas yang lebih rendah yang dapat dipakai untuk membuat lembaran-lembaran bergelombang atap aspal yang diimpregnasikan setelah dibuat melalui cara pembuatan pulp.
- Kualitas yang tidak cocok untuk dihancurkan secara halus dan dijual sebagai bahan pengepakan atau untuk lantai ruangan untuk ternak dan lain-lain.
- Pertriketan untuk bahan bakar yang dibuat dari kertas yang di bawah kualitas.

Limbah-limbah besi dan baja.

Berikut ini dapat disebutkan pelbagai penggunaan-penggunaannya:

- Besi tua yang dipilih dari besi tua, yang dipotong-potong dalam bagian-bagian kecil untuk dapat dilebur kembali, dan dapat dijual dalam "bulk" kepada paberi pengecoran besi.
- Baja bekas dari pelbagai ukuran dan bentuk yang cocok untuk dipilin, diluruskan dan dibersihkan lagi untuk dijual lagi dalam bentuk aslinya kepada para pembuat pelbagai barang baja.
- Baja bekas dalam jumlah yang cukup besar untuk diganaskan dan digiling menjadi profil-profil yang kecil atau dalam lembaran kecil dalam paberi penggilingan baja yang kecil yang telah didirikan untuk maksud tersebut.
- Bahan-bahan yang ringan dan baja bekas dan lempengan yang cocok yang berasal dari mesin-mesin pengerjaan logam ("swarf") yang ditekan menjadi bal-bal yang dapat dijual kepada paberi-paberi baja untuk dilebur kembali, mungkin sesudah dipotong oleh mesin gunting (termasuk mobil-mobil yang telah ditelantarkan).
- Baja bekas lainnya, mungkin sesudah dipotong, untuk dijual kepada paberi baja untuk peleburan kembali.

#### Kaleng dan sisa pelat kaleng.

- Bahan baku dan kaleng yang masih dapat dipakai dalam bentuk aslinya dapat dipilih dan dijual secara tersendiri atau dibuat menjadi lampu minyak tanah, corong, alat dapur, kotak besi dan lain-lain. Kaleng besar dapat dibelah lagi, dapat dilubangi, dan dijual dalam ikatan-ikatan untuk dibuat menjadi keranjang.
- Bahan-bahan selebihnya yang dicuci dan dikawat menurut keperluannya dan diserahkan dalam volume besar kepada pabrik pengambil ulang dari timah yang akan didirikan. Pabrik pengambil ulang timah ini akan menggunakan proses elektrolitik untuk memisahkan dan melebur kembali timah itu. Kemudian bahan-bahan ini dipres dalam bal-bal dan dijual kepada pabrik baja untuk pembuatan ulang sedang inggot timah yang berallai tinggi akan dijual kepada industri terpisah.

#### Logam lainnya.

- Hal-hal ini akan dipilih menurut jenisnya dan dijual dalam volume besar. Besi bekas dari kawat, pelat tipis, dan logam lainnya yang kurang konsisten mungkin memerlukan pengecoran dalam bal-bal atau dilebur ulang sebelum dijual lagi. Logam lainnya akan dikerok bersih-bersih dan dibakar sebelum dijual.

#### Limbah film dan cairan proses film.

Film fotografi mengandung perak. Selama proses pembuatan perak film ini akan dicuci sebanyak 80% ke dalam cairan proses (developer) film. Kita juga sudah untuk mengumpulkan limbah-limbah yang akan opnamanya, film-film tua dan cairan proses yang semuanya adalah merupakan cara proses sederhana dan murah yang dapat mengambil peraknya kembali dari limbah-limbah ini.

Limbah ini ada tersedia di rumah-rumah sakit dan dokter radiolog (sinar X), laboratorium prosesing film, surat kabar dan lain-lain.

#### Plastik.

- Hanyalah termoplastik yang dapat dipakai. Terlebih dahulu hal ini harus dipilih menurut warna dan ukurannya yang berbeda, jika perlu di-

cuci, dan sesudah itu dibuat jadi granula dalam suatu mesin penggiling berpisau yang sederhana. Pembuatan jadi butir ("Grubs") dapat dilakukan melalui pemanasan dari granula tersebut agar terjadi penyusutan diri dan volumenya akan mengecil. Produk dan harga yang terbaik akan tercapai melalui cara peletasi, yang kemudian juga menjadi aman terhadap hadirnya benda-benda asing dalam produk tersebut.

- Residu dari termoplastik yang tidak dapat diperbaiki lagi dapat saja diolah kembali secara bersama-sama, untuk mendapatkan produk bernilai rendah yang masih ada nilainya.
- Plastik busa membutuhkan pelebaran dan dilubangi-ulang untuk dapat dipakai lagi sebagai plastik yang normal, atau hal itu dapat digranulasi dan dicetak-ulang sebagai plastik busa.

#### Limbah tekstil.

- Limbah tekstil dan pakaian jadi mempunyai nilai yang tinggi untuk pelbagai keperluan seperti pembuatan-bahan untuk wol busa, tenunan selimut, kertas berkualitas tinggi, dan lain-lain.  
Secara tanpa pengolahan kembali, limbah ini juga dapat dipakai untuk pembuatan kain lap, penunaman untuk karpet, kain pembuang dan pembersih debu, pembuatan boneka dan boneka kecil lainnya, dan lain-lain.

Potongan kain ("gombal" bahasa Jawa) dapat dijual dalam bentuk aslinya sesudah dilakukan pemilihan menurut warna dan kualitasnya, jika perlu dicuci lebih dulu, atau mengadakan mesin pemarik kain sehingga memungkinkan bahan-bahan potongan wol itu dikembalikan untuk memungkinkannya dipintal kembali ataupun memungkinkannya untuk pembuatan bahan pengisi jok. Serat berkualitas rendah yang masih dapat dijual dapat dimanfaatkan bila dicampur dengan aspal untuk pembuatan atap bergelombang yang di-buat dengan dasar limbah kertas bercampur dengan aspal yang di-impregnasikan. Kain-kain gombal murah dapat juga dipakai untuk membuat karbon aktif, yang merupakan suatu proses yang lebih mudah dibandingkan dengan pembuatan dengan memakai bahan tempurung kelapa.

### K a r e t .

Karet itu divulkanisasikan dengan belerang, dan tidak dapat dicetak kembali secara langsung. Karena itu dalam prinsipnya ada 3 cara untuk menggunakan kembali terhadap sumber utama tersebut; ban-ban dalam dan luar dari kendaraan:

a) Dengan menggunakan karet yang telah dirubuhkan itu sebagaimana adanya memulai pemotongan dan pembinan kembali dari potongan-potongan yang ada. Dalam hal ini terdapat dua cara yaitu pembuatan elastic, pita-pita karet yang dapat digunakan untuk dasar dari tempat tidur dan pekerjaan lain-lain. Sepatu dan sepatu terbuat berbentuk selop/sandal, sepatu, bantal, busi, fleksibel dan lain-lain. Industri pengolah bahan bekas ini dapat mengembangkan dan ban-ban bekas dapat dijual langsung ke industri lain.

b) Melalui cara menggiling karet menjadi butiran yang berukuran di bawah 0,3 mm. Butiran ini dipergunakan sebagai bahan pencampur dengan karet yang baru untuk dicetak menjadi barang baru, dan fungsinya kurang lebih adalah setipat dengan yang asli.

Butiran ini dapat dicampurkan ke dalam karet yang baru dalam kondisi tertentu, sampai sebanyak 80% dari karet yang baru.

Produk-produk yang dapat menggunakan butiran-butiran ini adalah:

- sol sepatu dan tumit sepatu, roda busi, busi, garbat berong dan lain-lain, spatbor mobil dan perantara lain-lain, titar karet yang dicetak, kotak aki, selang, paku, dan lain-lain.
- Untuk kebutuhan-kebutuhan yang umum, butiran-butiran crumb rubber dapat disediakan langsung dari pabrik-pabrik ini.

c) Melalui cara devulkanisasi karet ini dapat digunakan penggunaan kembali seperti karet yang nir-vulkanisasi yang baru. Hal ini merupakan proyek berinvestasi besar yang hanya layak untuk ukuran yang lebih besar.

De-vulkanisasi ini terjadi dalam ekstraksi di mana crumb rubber ini dikerjakan dengan minyak-nirvan de-sulfurisasi pada 200 °C selama 5 menit. Suatu pabrik dengan kapasitas misalnya 2000 ton per tahun mungkin dapat layak operasi di Jakarta.

### Gelas.

Limbah gelas dapat digolongkan dalam penggunaan sebagai berikut:

- Penggunaan kembali sebagai botol, bejana dan gelas, terutama untuk keperluan seperti sebermula. Umumnya hal ini memerlukan penjualan kembali kepada para pemakai semula, yaitu pembuat jus (selai), yam, bumbu pasta, obat dan lain-lain. Pada umumnya oleh para pemakai ini dirasakan tidak menguntungkan bila mereka harus mencuci benda-benda ini karena jumlah yang sedikit. Karena itu pusat penumpukan lebih baik harus meniadakan pengeringannya, pencuciannya, dan pemeriksaan dan pensterilan dari barang-barang itu, sebelum dilakukan penjualannya.
- Perubahan dari limbah seperti botol melalui cara pemotongan, pembentukan-ulang melalui peleburan dan mengosahkannya menjadi produk lain seperti tempat minum, corong, stoples dan lain-lain. (Pasaran untuk ini mungkin sangat terbatas).
- Penjualan dari pecahan-pecahan kaca untuk dilebur ulang, untuk dicampur dengan bahan baku baru dalam produksi aneka produk gelas yang baru.
- Penghancuran dan penyaringan menjadi bubuk atau pasir gelas. Hal ini pertama-tama digunakan dalam produksi kertas rampelas dan korek api dengan harga yang cukup baik. Hal ini juga dapat dipakai dalam jumlah yang jauh lebih banyak, agar lebih murah untuk dicampur dengan tanah liat dalam memproduksi bata bangunan. Sampai sebanyak 70 % dapat digunakan untuk itu. Kandungan gelas ini dapat menyebabkan bata itu mempunyai sifat yang menolak air pada permukaannya dan mengurangi kebutuhan pemanasan dari tungku pembakarannya.

### Limbah mineral lainnya.

Pada umumnya hal ini terjadi pada sektor industri dan termasuk didalamnya pelapis tungku, sisa kerak dari tungku dan proses lainnya, pengisi saringan pasir, bata dan plesteran dari bangunan yang dirobohkan, abu, limbah kimiawi dari industri dan lain-lain.

Jenis-jenis penggunaannya terkecuali untuk pengisian kompak, adalah termasuk penggunaan sebagai agregat beton, bandul/balas perkeretaapian, batu-batu pengaspalan jalan, saringan saluran buangan, agregat ringan untuk blok-blok, pembuatan ubin, pembuatan bata, pelestarian tanah dan lain-lain. Limbah kimia dari satu industri dapat saja bermanfaat untuk jenis industri yang lain.

#### Minyak pelumas bekas-pakai.

- Pada umumnya semua minyak pelumas dari mesin-mesin dan mesin industri hendaknya diolah kembali untuk keperluan pelumas.
- Bila hal ini tidak praktis, misalnya karena biaya transpor yang tinggi, bila jumlahnya tidak mencukupi untuk pengusahaan pemulihan kembali, maka masih ada kemungkinan yang lain. Dalam hal ini termasuk penggunaannya sebagai medium pengawet kayu dan penggunaan sebagai bahan bakar untuk ketel uap, mesin pengering, tungku dan lain-lainnya.

#### Limbah dan lempeng kayu serta bahan bakar lain.

- Dari tumpukan limbah kita dapat mengambil suatu deretan bahan-bahan yang mudah terbakar. Harga kayu dan sejenisnya dapat dipakai langsung sebagai bahan bakar, kadang-kadang sesudah dibelah dan dikeringkan seperlunya.
- Lempeng kayu dan gerajen dapat dipakai sebagai bahan bakar di industri untuk ketel uap, pengering, pengerjaan bata dan pelbagai tungku. Seringkali alat pengapianya harus disesuaikan dengan jenis bahan bakar, namun juga tidak selamanya demikian. Gergajen misalnya merupakan bahan bakar yang sangat bermanfaat yang digunakan dalam keadaan aslinya melalui brauder percikan dari sebelah atas dalam pengerjaan tanah liat.

Hal tersebut diatas adalah demi untuk penggunaan yang lebih baik daripada sekedar mengadakan pengubahan ke dalam briket karbon yang lalu kehilangan sebagian besar dari nilai kalorinya sedang dalam waktu yang bersamaan industri ini sangat berboros-boros dengan minyak bakar.



Bahan bakar lainnya pada umumnya membentuk sebahagian besar bahan dari limbah selebihnya. Bagian mana yang dapat terbakar itu sudah dipilih dengan memakai alat garpu kotoran sapi. Bahan ini memerlukan pengeringan dengan matahari di alam terbuka, yang mungkin lalu sesudah itu akan lebih mudah dijadikan briket. Briket bahan bakar demikian ini dapat dipakai sebagai aslinya atau kita dapat juga menggunakannya dengan lebih baik dengan proses karbonisasi.

#### Limbah makanan.

Limbah dari hotel, gedung umum dan rumah-rumah dapat digunakan langsung untuk memelihara babi. Kondisinya adalah bahwa hal ini memerlukan pengumpulan setiap hari yang dikumpulkan dalam beberapa keranjang terpisah dan juga pihak pembuang sampah harus menyetujui tentang yang mana yang dapat diterima sebagai makanan ternak.

Semua sisa, dan makanan yang tidak terlampaui nasi, hasil kupasan dan limbah lainnya dapatlah diterima. Makanan ternak ini harus direbus sebelum diberikan kepada babi.

#### Rusput, daun, limbah sayur-sayuran dan lain-lain.

- Sebahagian dari ini dapat dimanfaatkan sebagai makanan sapi, kambing dan domba dalam keadaan segar aslinya, dan juga dicampur dengan bahan lainnya, tetapi yang harus disiapkan dalam kantong terpisah dari kantong makanan babi pada waktu pengumpulannya. Hal yang dapat terjadi adanya penyampuran dengan tanaman lainnya, jika diberikan secara segar kepada ternak itu, mereka akan dapat membedakannya secara alamiah. Suatu penyaringan untuk proteksi terhadap kemungkinan adanya potongan-potongan kawat dan bagian tajam lainnya perlu dilaksanakan.

#### Limbah yang sulit terbakar (jumlah banyak).

Limbah umum yang kaya akan karbon dan dengan jumlah kandungan air yang sedikit pada umumnya ternyata bermanfaat untuk dijadikan briket seperti diuraikan di muka. Limbah yang kaya akan nitrogen dan dengan kandungan air yang lebih tinggi lebih cocok untuk dijadikan sebagai pembentuk tanah.

Karena itu bila komponen lainnya telah diambil dari limbah sebagaimana diterangkan di muka, maka residu ini pada umumnya akan sangat cocok sebagai bahan untuk menciptakan bentukan tanah untuk bangunan berkualitas tinggi di masa mendatang. Hal ini dapat dilakukan pada unit pengomposan atau paberik kompos.

Dalam pada itu pada umumnya, suatu paberik kompos tidak perlu dibutuhkan untuk hal ini, bahwasanya lebih baik membiarkan limbah itu dipakai sebagai pengisi tanah, di mana sesudah sekian lamanya beberapa tahun dapat diambil dari tanah sebagai tanah sesuai menurut persyaratannya.

#### Tinja manusia dan hewan.

Tinja manusia dan hewan secara idealnya dipergunakan untuk membuat gas-bio. Hal ini dapat dikerjakan dalam skala rumahan atau dalam skala besar yang dijalankan oleh masyarakat dengan satu cara atau lainnya. Bahan ini mengandung sejumlah kandungan air tertentu, tetapi sebaiknya hanya mengandung sejumlah yang sangat terbatas dalam soal sabun dan air kencing. Adalah suatu hal yang dimungkinkan untuk menemukan suatu cara untuk menghantarkan tinja itu ke dalam pencerna gas-bio yang sederhana yang memiliki jalan keluar yang diarahkan ke tanki septik yang umum. Pemompaan keluar bahan bubar dari tanki septik ternyata kurang bermanfaat untuk dimasukkan ke dalam pencerna gas-bio itu.

Secara penggunaan segar demikian juga tidak baik untuk dipakai sebagai pupuk untuk tanaman bagi manusia/hewan. Juga hal ini harus dicegah agar tidak dimasukkan ke dalam sungai ataupun laut. Pemecahan yang terbaik agaknya adalah untuk menampung hal itu sebagai pengisian kompos seperti telah diuraikan di muka, di mana dengan demikian akan mempercepat proses pembentukan kompos dan menaikkan mutu kompos tersebut.

Jakarta, 17 Februari 1983.

Ejörn Eidsvig,  
Industrial Engineer-UNIDO.

