

BAB II

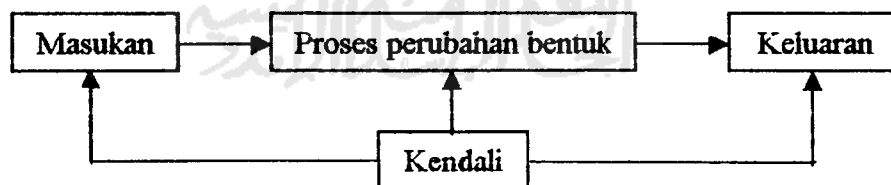
LANDASAN TEORI

2.1 Teori Manajemen Produksi

2.1.1 Konsep dan Definisi Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan usaha-usaha pengelolaan secara optimal penggunaan sumber daya-sumber daya (faktor-faktor produksi), berupa tenaga kerja, material, alat dan sebagainya dalam proses transformasi bahan baku material dan tenaga kerja menjadi berbagai produk atau jasa (T. Hani Handoko, 1994).

Manajemen produksi adalah kegiatan dimana sumber daya, yang mengalir didalam sistem tertentu, dikombinasikan dan diubah bentuk dengan cara tertentu sehingga menambah nilai (Sukanto Reksohadiprodjo, 1995).



Gambar 2.1 Sistem Produksi Disederhanakan
Sumber : Sukanto Reksohadiprodjo, 1995

Tujuan dari manajemen produksi adalah pencapaian produktivitas yang efektif dan efisien. Produktivitas adalah peningkatan proses produksi, yang berarti perbandingan yang membaik antara jumlah sumber daya yang digunakan (masukan) dengan jumlah barang-barang dan jasa-jasa yang diproduksi (keluaran).

Pengurangan dalam masukan dengan keluaran tetap atau kenaikan keluaran sedang masukan tetap merupakan peningkatan dalam produktivitas.

Yang dimaksud dengan efisien adalah suatu keadaan atau kondisi penyelesaian suatu pekerjaan dengan benar dengan kemampuan yang dimiliki. Sedangkan efektif adalah suatu keadaan atau kondisi dalam pemilihan tujuan, sasaran, program, sarana, alat dan teknologi yang digunakan adalah tepat (T. Hami Handoko, 1994).

Untuk mencapai tujuan manajemen produksi yaitu produktivitas yang optimal, seorang manajer harus dapat menggunakan dan memanfaatkan unsur-unsur manajemen yang dinyatakan dalam 6M yaitu *Men* (tenaga kerja/manusia), *Materials* (Material/bahan baku), *Machines* (Alat), *Money* (Biaya), *Methods* (Metode) dan *Market* (Pasar).

Manajemen produksi bertanggung jawab atas disatukannya masukan dalam rencana produksi yang secara efektif memanfaatkan bahan, kapasitas dan pengetahuan yang ada dalam fasilitas produksi. Dengan adanya permintaan tertentu terhadap sistem, maka kerja dijadwalkan dan dikendalikan untuk menghasilkan barang-barang dan jasa-jasa yang dibutuhkan.

Selanjutnya pengawasan harus dilaksanakan terhadap persediaan, kualitas dan biaya, sedang fasilitas harus dipelihara. Ada tiga konsep penting dalam manajemen produksi, yaitu :

1. Sumber daya adalah masukan, bahan, manusia dan modal, serta teknologi, informasi dan energi.
2. Sistem adalah susunan komponen yang dirancang bangun untuk mencapai tujuan sesuai rencana.

3. Proses transformasi dan kegiatan yang menambah nilai mengkombinasikan dan mengubah bentuk sumber daya dengan memanfaatkan teknologi.

Manajemen produksi perlu diketahui agar supaya kita semua menghayati cara menghasilkan barang dan jasa. Dengan pengetahuan manajemen produksi pimpinan dapat merencanakan, mengorganisasikan, mengkoordinasi dan mengawasi segala sesuatu yang bertalian dengan rancang bangun, proses dan pengawasan produksi. Rancang bangun meliputi rancang bangun produk, bahan, sumber daya manusia, kapasitas, energi, informasi, proses, lokasi dan letak fasilitas fisik dalam pabrik. Proses produksi meliputi rencana yang menyeluruh, penentuan jalannya proses, penjadwalan, pemberian perintah, pemeliharaan dan penggantian fasilitas. Pengawasan mencakup pengawasan terhadap kuantitas, biaya dan kualitas.

2.1.2 Pelaksanaan Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan kegiatan mencapai produktivitas. Kegiatan ini meliputi strategi, kebijaksanaan dan taktik yang tercakup dalam rencana-rencana. Rencana-rencana, pelaksanaan serta pengendaliannya perlu diwadahi dalam suatu struktur organisasi dengan staff yang terampil dan memiliki tujuan bersama serta sistem yang menyeluruh dengan gaya kerja tertentu. Sistem ini terdiri atas sub-sistem yang disamping produksi juga pemasaran, personalia, keuangan dan administrasi akuntansi (Sukanto Reksohadiprodjo, 1995).

Fungsi manajemen produksi berkaitan langsung dengan produksi barang dan penyediaan jasa. Ada fungsi yang berorientasi produk, adapula fungsi yang berorientasi jasa. Kedua fungsi tersebut memanfaatkan proses perubahan atau transformasi sehingga menambah nilai. Fungsi ini perlu dikaitkan dengan fungsi

keuangan yang meliputi usaha mendapatkan sumber daya moneter/dana pada tingkat harga yang tepat dan mengalokasikannya di seluruh organisasi. Fungsi keuangan membantu fungsi produksi dengan anggaran, analisis investasi dan penyediaan dana. Selanjutnya fungsi produksi berkaitan dengan fungsi pemasaran yang berusaha dapat menjual barang dan jasa badan usaha. Fungsi personalia erat hubungannya dengan fungsi produksi karena berhubungan dengan penarikan, pelatihan serta penempatan tenaga kerja pada produksi. Fungsi akuntansi menyediakan data biaya tenaga kerja, bahan dan beban tetap bagi bagian produksi.

Dengan saling keterkaitan antar fungsi dalam organisasi diharapkan pelaksanaan manajemen produksi akan berhasil mencapai tujuan yang digariskan.

2.2 Teori Jalan dan Campuran Aspal

2.2.1 Teori jalan

Jalan menurut UU RI No. 13 tahun 1980 adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas.

Menurut UU RI No. 13 tahun 1980, jalan digolongkan menjadi 3 golongan utama, yaitu :

1. Jalan umum, yaitu jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas umum.
2. Jalan khusus, yaitu jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas khusus. Misalnya, jalan inspeksi pengairan, inspeksi saluran minyak/gas.
3. Jalan tol, yaitu jalan umum yang kepada para pemakainya dikenakan kewajiban membayar tol.

Klasifikasi jalan berdasarkan lokasi dan peranannya, yaitu :

1. Jalan urban, yaitu jalan yang berada di perkotaan.
 - a. Express way
 - 1) Pergerakan lalu lintas berat dengan kecepatan tinggi.
 - 2) Persimpangan tidak sebidang.
 - 3) Tidak untuk parkir, bongkar muat dan pejalan kaki.
 - b. Jalan arteri
 - 1) Untuk lalu lintas menerus (*through traffic*).
 - 2) Merupakan jalan hubungan CDB (*Central District Bussiness*) dengan daerah pemukiman (*suburban*).
 - 3) Pejalan kaki boleh menyeberang pada persimpangan.
 - c. Jalan kolektor (*penghubung*)
 - 1) Jalan yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mendistribusikan lalu lintas ke atau dari jalan lokal.
 - 2) Lokasi pada daerah pemukiman, bisnis dan industri.
 - 3) Parkir diperbolehkan kecuali jam sibuk.
 - d. Jalan lokal
 - 1) Jalan masuk ke daerah tempat tinggal.
 - 2) Merupakan awal dan akhir lalu lintas.
 - 3) Tempat parkir dan pedestrian.
 - 4) Volume lalu lintas rendah.

Klasifikasi jalan berdasarkan lokasi dan peranannya, yaitu :

1. Jalan urban, yaitu jalan yang berada di perkotaan.
 - a. Express way
 - 1) Pergerakan lalu lintas berat dengan kecepatan tinggi.
 - 2) Persimpangan tidak sebidang.
 - 3) Tidak untuk parkir, bongkar muat dan pejalan kaki.
 - b. Jalan arteri
 - 1) Untuk lalu lintas menerus (*through traffic*).
 - 2) Merupakan jalan hubungan CDB (*Central District Business*) dengan daerah pemukiman (*suburban*).
 - 3) Pejalan kaki boleh menyeberang pada persimpangan.
 - c. Jalan kolektor (penghubung)
 - 1) Jalan yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mendistribusikan lalu lintas ke atau dari jalan lokal.
 - 2) Lokasi pada daerah pemukiman, bisnis dan industri.
 - 3) Parkir diperbolehkan kecuali jam sibuk.
 - d. Jalan lokal
 - 1) Jalan masuk ke daerah tempat tinggal.
 - 2) Merupakan awal dan akhir lalu lintas.
 - 3) Tempat parkir dan pedestrian.
 - 4) Volume lalu lintas rendah.

2. Jalan non urban (rural), yaitu jalan yang ada diluar perkotaan.

a. Jalan utama

- 1) Melayani lalu lintas tinggi antar kota, pusat industri dengan pusat eksport (pelabuhan).
- 2) Lalu lintas berat dan cepat.

b. Jalan sekunder

Melayani lalu lintas antar kota kecil dan sekitarnya.

c. Jalan penghubung

- 1) Untuk keperluan aktivitas daerah.
- 2) Sebagai penghubung untuk ke jalan yang golongan sama atau berlainan.

Klasifikasi jalan menurut berat kendaraan yang lewat, yaitu :

1. Jalan klas I.
2. Jalan klas IIA.
3. Jalan klas IIB.
4. Jalan klas IIC.
5. Jalan klas III.

Untuk penentuan lebar perkerasan dan jenis lapisan permukaan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.1 tentang Standar Perencanaan Geometrik, sumber dari Buku Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Dirjen Bina Marga.

Tabel 2.1 Standar Perencanaan Geometrik

Klasifikasi Jalan	Jalan Raya Utama			Jalan Raya Sekunder			Jalan Penghubung								
	I			II			II B			II C			III		
Klasifikasi Medan	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G	D	B	G
Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dalam SMP	12- 20.000			6000 - 20.000			1500- 8000			2000					
Kecepatan rencana (km/jam)	120	100	80	100	80	60	80	60	40	60	40	30	60	40	30
Lebar daerah penguasaan minimum (meter)	60	60	60	40	40	40	60	60	60	30	30	30	20	20	20
Lebar perkerasan (meter)	Minimum 2 x (2 x 3,75)			2 x 3,50 atau 2 x (2 x 3,50)			2 x 3,50			2 x 3,50			3,50 – 6,00		
Lebar Median Minimum (meter)	10			1,50 **											
Lebar bahu (meter)	3,50	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	3,00	2,50	2,50	2,5	1,50	1,00	1,50	2,50	
Lebar melintang perkerasan	2%			2%			2%			3%			4%		
Lebar melintang bahu	4%			4%			6%			6%			6%		
Jenis lapis permukaan jalan	Aspal beton (hot mix)			Aspal beton			Penetrasi ber- ganda atau setaraf			Paling tinggi penetrasi tunggal			paling tinggi pelaburan dengan aspal		
Miring tikungan maksimum	10%			10%			10%			10%			10%		
Jari-jari lengkung minimum (meter)	560	310	210	350	210	115	210	115	50	115	50	30	115	50	30
Landai maksimum	3%	5%	6%	4%	6%	7%	5%	7%	8%	6%	8%	10%	6%	8%	10%
CATATAN : * = Menurut keadaan setempat ** = Untuk 4 jalur															

Sumber : Buku Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya, Bina Marga 1970

2.2.2 Teori campuran aspal

Agregat secara umum didefinisikan sebagai formasi kulit bumi yang keras dan solid. ASTM 1974 mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90 – 95% agregat berdasarkan prosentase berat atau 75 – 85% agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan campuran lain (Silvia Sukirman, 1993).

Klasifikasi agregat ditinjau dari asal kejadiannya dibedakan atas :

1. Batuan beku, yaitu batuan yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku, dibedakan atas batuan beku luar dan batuan beku dalam.
2. Batuan sedimen, yaitu batuan yang berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman. Umumnya merupakan lapisan-lapisan dari kulit bumi, hasil endapan di danau, laut dan sebagainya.
3. Batuan metamorf, yaitu batuan yang berasal dari batuan sedimen atau batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperatur dari kulit bumi.

Klasifikasi agregat berdasarkan besar partikel agregat dapat dibedakan atas :

1. Agregat kasar, agregat $> 4,75$ mm menurut ASTM atau > 2 mm menurut AASHTO.
2. Agregat halus, agregat $< 4,75$ mm menurut ASTM atau < 2 mm dan $> 0,075$ mm menurut AASHTO.
3. Abu batu/mineral filler, agregat halus yang umumnya lolos saringan No. 200.

Sifat agregat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat tersebut dikelompokkan menjadi :

1. Kekuatan dan keawetan (*Strength and Durability*) lapisan perkerasan, dipengaruhi oleh :
 - a. Gradasi, yaitu distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat, dan merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan.

- b. Ukuran maksimum, dimana semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Batasan ukuran maksimum yang digunakan dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan.
- c. Kadar lempung, mempengaruhi mutu campuran dengan aspal karena :
- 1) Lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dan aspal berkurang.
 - 2) Adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah. Dengan kadar aspal yang sama akan menghasilkan tebal lapisan yang lebih tipis yang dapat mengakibatkan terjadinya *stripping*.
- d. Kekerasan dan ketahanan, adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur atau pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Degradasi adalah kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas. Disintegrasi adalah pelapukan pada agregat menjadi butir-butir halus akibat pengaruh kimiawi, seperti kelembaban, kepanasan ataupun perbedaan temperatur sehari-hari.
- e. Bentuk butir dan tekstur, mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat. Partikel agregat dapat berbentuk bulat, lonjong, kubus, pipih dan tak beraturan.
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik dipengaruhi oleh :
- a. porositas,
 - b. kemungkinan basah, dan

- c. jenis agregat.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang aman dan nyaman dipengaruhi oleh :
- a. tahanan geser,
 - b. campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan.

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbetuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak atau cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan perkerasan Macadam ataupun laburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis) (silvia Sukirman, 1993).

Hidrokarbon adalah bahan dasar utama dari aspal. Aspal yang umumnya digunakan terutama berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula digunakan aspal alam yang digunakan dari Pulau Buton.

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen atau *Asphalt Cement* (AC). Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan aspal sebagai pengikat dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain.

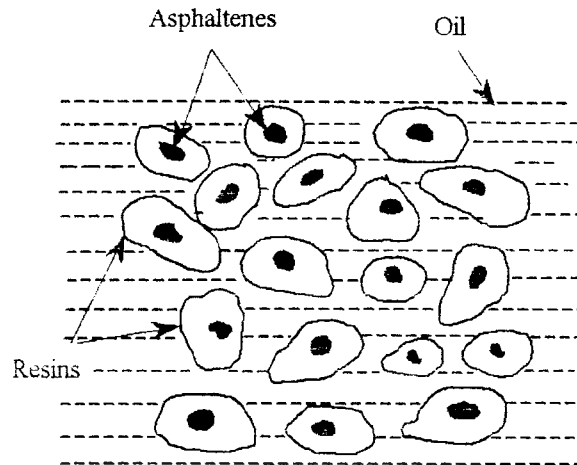
Sifat aspal akan berubah akibat panas dan umur. Aspal akan menjadi kaku dan rapuh dan akhirnya gaya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang.

Berdasarkan cara perolehannya aspal dibedakan atas (Silvia Sukirman, 1993) :

1. Aspal alam, dapat dibedakan atas :
 - a. Aspal gunung (*Rock asphalt*), contohnya aspal dari Pulau Buton.
 - b. Aspal danau (*Lake asphalt*), contohnya aspal dari Bermudez, Trinidad.
2. Aspal buatan
 - a. Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi.
 - b. Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara.

Tidak umum digunakan untuk perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan beracun.

Komposisi dari aspal terdiri dari asphaltenes dan maltenes. Asphaltenes merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam heptane. Maltenes larut dalam heptane merupakan cairan kental yang terdiri dari resins dan oils. Resins adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan media dari asphaltenes dan resins. Proporsi dari asphaltenes, resins dan oils berbeda-beda tergantung dari banyak faktor, seperti kemungkinan beroksidasi, proses pembuatannya dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran.



Gambar 2.2 Komposisi aspal
Sumber : Silvia Sukirman, 1993

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat, dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik.

2.3 *Asphalt Mixing Plant* (AMP) dan Pelaksanaan Pekerjaan Pengaspalan

AMP merupakan alat untuk mencampur beberapa fraksi agregat, yang terdiri dari *coarse aggregate*, filler dan aspal dengan perbandingan dan suhu tertentu sehingga menghasilkan campuran beton aspal yang mempunyai sifat uniform mengenai kadar aspal, stabilitas, flow, void dan lain-lain. Beton aspal yang dihasilkan dapat berkualitas rendah atau tinggi yang dibedakan dari tingkat uniformity-nya.

Pekerjaan pengaspalan merupakan pekerjaan melapisi permukaan jalan, baik pada pembangunan konstruksi jalan baru maupun konstruksi jalan yang telah habis masa pelayanannya dengan menggunakan campuran aspal dingin maupun campuran aspal panas. Tujuan dari pekerjaan pengaspalan adalah untuk memberikan nilai kekuatan pada permukaan jalan, tingkat kenyamanan, tingkat keamanan, tingkat kedekatan terhadap air dan tingkat kecepatannya mengalirkan air (Silvia Sukirman, 1993).

Untuk menghasilkan permukaan jalan yang rata dan aman bagi pengguna jalan, dilaksanakan pekerjaan pengaspalan secara cermat mulai dari tahap persiapan lokasi dan material, hingga tahap penghamparan dan pemadatan. Keseluruhan tahapan tersebut dilaksanakan dalam sistem manajemen pelaksanaan yang memperhatikan pemanfaatan sumber daya-sumber daya yang tersedia, sehingga memberikan keuntungan kepada perusahaan pelaksana. Dalam produksi campuran aspal di AMP dan pelaksanaan pekerjaan pengaspalan diperlukan suatu manajemen yang dapat memanfaatkan unsur-unsur manajemen sebagai sumber daya dalam proses produksi dan pelaksanaan pekerjaan pengaspalan secara efektif dan efisien. Sumber daya-sumber daya tersebut adalah manusia/tenaga kerja, material/bahan baku, mesin/alat, uang/biaya, metode, dan pasar.

Untuk menentukan tingkat keefektifan dan efisiensi penggunaan sumber daya-sumber daya digunakan produktivitas sebagai ukuran. Produktivitas dinyatakan dalam (Hamid Noori dan Russell Radford, 1995) :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Total output/keluaran}}{\text{Total input/masukan}} \quad (2.1)$$

Produktivitas juga dapat diukur dalam bentuk lain, antara lain *Single-factor productivity* (SFP) mengukur ratio dari suatu output tertentu dengan suatu input tunggal. Menghitung suatu ukuran SFP lebih sederhana dan dapat dilakukan untuk setiap sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan suatu barang atau jasa.

$$\text{SFP} = \frac{\text{Output/keluaran dari produk tertentu}}{\text{Input/masukan dari sumber daya tertentu}} \quad (2.2)$$

2.3.1 Sumber daya manusia (tenaga kerja)

Sumber daya manusia harus mampu melaksanakan tugas-tugas operasional dan manajerial dalam produksi. Selain kemampuan, kemauan untuk melaksanakan tugas-tugas juga penting apabila diinginkan sumber daya manusia itu produktif. Oleh karena itu, segala faktor yang mempengaruhi kemampuan dan kemauan sumber daya manusia perlu diperhatikan. Tujuan pengelolaan SDM adalah agar SDM itu dapat dimanfaatkan secara efisien dan efektif dan agar kualitas kerja dapat ditingkatkan, serta situasi saling percaya antar anggota organisasi itu tercipta (Sukanto Reksohadiprodjo, 1995). Selain itu pengelolaan SDM juga bertujuan untuk mengoptimalkan pelaksanaan kerja karena ada berbagai batasan (*constraints*) yang melingkupi operasi organisasi (T. Hani Handoko, 1994).

Prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan SDM/tenaga kerja (T. Hani Handoko, 1994) :

1. Memadukan karyawan dan pekerjaan.

Artinya orang-orang harus dipilih untuk pekerjaan-pekerjaan atas dasar berbagai perbedaan karakteristik dan preferensi individual. Pekerjaan-pekerjaan dirancang

untuk tenaga kerja yang tersedia agar tidak terjadi *over-designed* atau *under-designed*.

2. Menetapkan standar-standar pelaksanaan kerja.

Hal ini dilakukan untuk semua pekerjaan, agar tanggung jawab dan apa yang diharapkan dari karyawan jelas.

3. Memberikan penghargaan atas prestasi kerja.

Jika standar-standar telah ditetapkan, manajemen harus memberikan penghargaan kepada karyawan, yang dapat mencapai atau melebihi standar untuk memotivasi kerja mereka. Penghargaan dapat berupa pujian, kenaikan upah, bonus, status, promosi dan sebagainya.

4. Menjamin supervisi yang baik.

Ini merupakan hal yang mendasar bagi karyawan. Seorang penyelia (supervisor) harus ahli dalam ketrampilan teknologi atau manajerial, serta memperhatikan kesejahteraan dan rasa kejujuran dengan karyawan secara individual, tanpa melupakan pencapaian prestasi yang tinggi.

5. Merumuskan secara jelas tanggung jawab karyawan.

Jika tanggung jawab karyawan tidak jelas dan berubah-ubah, pekerja akan frustrasi. Hasilnya akan mengakibatkan rendahnya kualitas produk yang dihasilkan, produktivitas yang rendah dan konflik antar individu.

Strategi dalam perencanaan sumber daya manusia (Sukanto Reksohadiprodjo, 1995), yaitu :

1. Mengikuti permintaan.

Dalam hal ini biaya tenaga kerja adalah fungsi dari produksi dan biaya lain haruslah dipertimbangkan, seperti biaya menarik dan melepas tenaga kerja, asuransi pengangguran, premi upah sebagai ganti kesempatan kerja yang sifatnya tidak stabil.

2. Kesempatan kerja konstan.

Dalam hal ini tidak diperlukan pelatihan tenaga kerja kembali, tenaga kerja tidak dilepas melainkan tetap berada di perusahaan walau permintaan akan produk berkurang. Pemanfaatan mereka jelas tidak penuh.

Untuk penyelenggaraan proyek, salah satu sumber daya yang menjadi faktor penentu keberhasilannya adalah tenaga kerja. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja di lapangan dapat dikelompokkan menjadi (Ir. Imam Soeharto, 1995) :

1. Kondisi fisik lapangan dan sarana bantu, berupa :

- a. iklim, musim atau keadaan cuaca.
- b. keadaan lapangan
- c. sarana bantu

2. Supervisi, perencanaan dan koordinasi.

Yang dimaksud dengan supervisi atau penyelia adalah segala sesuatu yang berhubungan langsung dengan tugas pengelolaan para tenaga kerja, memimpin para tenaga kerja dalam pelaksanaan tugas, termasuk menjabarkan perencanaan dan pengendalian menjadi langkah-langkah pelaksanaan jangka pendek, serta mengkoordinasikan dengan rekan atau penyelia lain yang terkait.

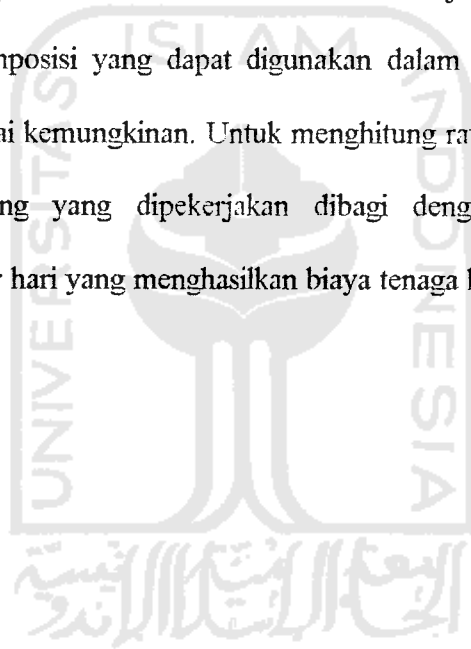
3. Komposisi kelompok kerja.

Pada pelaksanaan pekerjaan seorang penyelia lapangan memimpin suatu kelompok kerja yang terdiri dari bermacam-macam pekerja lapangan, seperti operator, pekerja kasar, dll. Komposisi kelompok kerja berpengaruh terhadap produktivitas tenaga kerja secara keseluruhan. Yang dimaksud dengan komposisi kelompok kerja adalah :

- a. Perbandingan jam kerja penyelia dan pekerja yang dipimpinnya.
 - b. Perbandingan jam orang untuk disiplin-disiplin kerja dalam kelompok kerja.
4. Kerja lembur, adalah penambahan jam kerja diluar jam kerja biasa. Hal ini perlu dipertimbangkan dengan memperhatikan kemungkinan kenaikan total jam orang yang bisa menimbulkan penurunan produktivitas tenaga kerja.
5. Ukuran besar proyek. Penelitian menunjukkan bahwa besar proyek (dinyatakan dalam jam-orang) juga mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan, dalam arti makin besar ukuran proyek, produktivitas menurun.
6. Pekerja langsung versus subkontrak.
- 2 cara bagi kontraktor utama dalam melaksanakan pekerjaan lapangan, yaitu dengan merekrut langsung tenaga kerja dan memberikan kepenyeliaan (*direct hire*) atau menyerahkan paket kerja tertentu kepada subkontraktor.
7. Kurva pengalaman.
- Bila seseorang atau sekelompok orang yang terorganisir melakukan pekerjaan yang identik berulang-ulang, maka diharapkan akan terjadi suatu pengurangan jam per tenaga kerja atau biaya untuk menyelesaikan pekerjaan berikutnya.

8. Kepadatan tenaga kerja, yaitu jumlah luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja. Jika kepadatan ini melewati tingkat jenuh, maka produktivitas tenaga kerja menunjukkan tanda-tanda menurun. Hal ini disebabkan karena dalam lokasi proyek tempat sejumlah buruh bekerja selalu ada kesibukan manusia, gerakan peralatan dan kebisingan yang menyertai.

Ukuran tenaga kerja pada pelaksanaan pekerjaan permukaan berubah-ubah sesuai dengan type dan ukuran kontrak. Untuk tujuan perencanaan, Tabel 2.2 menunjukkan komposisi yang dapat digunakan dalam bermacam kombinasi untuk memenuhi berbagai kemungkinan. Untuk menghitung rata-rata biaya tenaga kerja per hari, jumlah orang yang dipekerjakan dibagi dengan perkiraan rata-rata ton penghampanan per hari yang menghasilkan biaya tenaga kerja/ton penghampanan.



Tabel 2.2 Komposisi dan penggunaan tenaga kerja pada pekerjaan pengaspalan

Gang	Operative Skills	Plant	Usage	Remarks
4 man hand-laying gang	Foreman, raker, roller driver, general operative	Crew bus, roller	Footways with good access	Often forms chipping gang in 12 man machine-laying gang
6 man hand-laying gang	Foreman, 2 rakers, roller driver, loader driver, general operative	Crew bus, roller, shovel loader	Footways with poor access or where larger outputs are available	Often forms chipping gang and stringmen in 14 man machine laying gang
6 man machine-laying gang	Foreman, paver driver, screwwoman, raker, roller driver /general operative	Crew bus, paver, 2 rollers, shovel loader	Small roads, housing estate roads, roadbase on larger jobs where control are supplied	Basic machine laying gang
8 man machine-laying gang	Foreman, paver driver, screwwoman, 2 roller drivers, raker, loader driver, general operative	2 crew buses, paver, 2 rollers, shovel loader	Roadbase on larger jobs where level control is not supplied or where second roller is required for high output	
10 man machine-laying gang	Foreman, paver driver, 2 screwwoman, 3 roller drivers, raker, loader driver, general operative	2 crew buses, paver, 3 rollers, shovel loader	Basecourse on larger jobs and motorways	
12 man machine-laying gang	2 foremen, paver driver, 2 screwwoman, 2 roller drivers, chipping machine driver, 2 chippers, loader driver, general operative	2 crew buses, paver, 2 rollers, chipping machine, shovel loader	Wearing course on resurfacing jobs and house estates	
14 man machine-laying gang	2 foremen, paver driver, 2 screwwoman, 3 roller drivers, chipping machine driver, 2 hand chippers, 2 loader drivers, general operative	2 crew buses, paver, 3 rollers, chipping machine, 2 shovel loaders	Wearing course on motorways	

Sumber : DR. Robert N. Hunter, 1994

2.3.2 Material/bahan baku

Dalam produksi campuran aspal material yang digunakan adalah agregat dan aspal (Silvia Sukirman, 1993).

2.3.2.1 Agregat

Agregat yang digunakan pada produksi campuran aspal terdiri atas :

1. Agregat alam, yaitu agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Yang sering digunakan adalah kerikil dan pasir. Kerikil adalah agregat dengan ukuran partikel $> \frac{1}{4}$ inci (6,35 mm), sedangkan pasir adalah agregat dengan ukuran partikel $< \frac{1}{4}$ inci tetapi $> 0,075$ mm (saringan No. 200).
2. Agregat yang melalui proses pengolahan, yaitu agregat yang terdapat di bukit-bukit atau gunung-gunung, yang masih berbentuk batu gunung, atau di sungai dimana agregat masih berbentuk besar, melebihi ukuran yang diinginkan. Agregat ini harus melalui proses pemecahan terlebih dulu agar diperoleh bentuk partikel bersudut (diusahakan berbentuk kubus), permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik, gradasi sesuai yang diinginkan.
3. Agregat buatan, merupakan mineral filler atau pengisi (partikel dengan ukuran $< 0,075$ mm), diperoleh dari hasil saringan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu.

Komponen agregat campuran dinyatakan dalam fraksi rencana yang terdiri dari :

CA = fraksi agregat kasar = persen berat material yang tertahan saringan No. 8 terhadap berat total campuran.

FA = fraksi agregat halus = persen berat material yang lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200 terhadap berat total campuran.

FF = fraksi bahan pengisi = persen berat material yang lolos saringan No. 200 terhadap berat total campuran.

2.3.2.2 Aspal

Aspal yang digunakan pada produksi campuran aspal aspal minyak dan aspal buton. Aspal minyak terdiri dari :

1. Aspal keras atau panas (*Asphalt Cement/AC*), yaitu aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang).
2. Aspal dingin atau cair (*Cutback Asphalt*), yaitu aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal ini merupakan hasil produksi dari pencairan aspal semen dengan menggunakan bahan pencair minyak bumi.
3. Aspal emulsi (*Emulsion Asphalt*), yaitu aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas.

Aspal Buton adalah aspal yang terdapat di Indonesia dan telah dimanfaatkan. Aspal ini merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan.

Lapis permukaan merupakan lapisan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai (Silvia Sukirman, 1993) :

1. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

2. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh ke atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
3. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan hingga mudah menjadi aus.
4. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

Aspal pada umumnya digunakan sebagai bahan pengikat pada lapis permukaan guna dapat memenuhi fungsi memberikan stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. Jenis lapis permukaan yang umum dipakai di Indonesia, antara lain :

1. Lapisan bersifat non-struktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air, antara lain :
 - a. Burtu (Laburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2 cm.
 - b. Burda (Laburan aspal dua lapis), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir (Lapis tipis aspal pasir) atau HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 – 2 cm.
 - d. Buras (Laburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inchi.

- e. **Latasbum** (Lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. **Lataston** (Lapis tipis aspal beton) atau *Hot Rolled Sheet (HRS)*, merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5 – 3 cm.
2. Lapisan bersifat struktural berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda.
- a. **Penetrasi Macadam (Lapen)**, merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas Lapen ini biasanya diberi laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis bervariasi dari 4 – 10 cm.
 - b. **Lasbutag**, merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisan antara 3 – 5 cm.
 - c. **Laston** (Lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.
 - d. **Asphalt Treated Base (ATB)**, yang diformulasi khusus untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan.

Spesifikasi komposisi campuran aspal berbeda-beda untuk tiap proyek tergantung pada :

1. Perencanaan tebal perkerasan, yang dipengaruhi oleh metode apa yang digunakan.
2. Ekspresi gradasi agregat, yang dinyatakan dalam nomor saringan. Nomor-nomor mana saja yang umum digunakan dalam spesifikasi.
3. Kadar aspal, yang umum dinyatakan dalam persen terhadap berat campuran seluruhnya.
4. Komposisi dari campuran, meliputi agregat dengan gradasi bagaimana yang akan digunakan.
5. Sifat campuran yang diinginkan, dinyatakan dalam nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, tebal film aspal.
6. Metode rencana campuran yang digunakan.

Gradasi dari kombinasi agregat dengan bahan pengisi harus sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan dalam Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Batas-batas gradasi untuk Kombinasi Agregat dan bahan pengisi pada campuran AC dan ATB

Ukuran Ayakan	Persentase Lolos (AC)	Persentase Lolos (ATB)
25,00 mm	100	
¾" = 19,00 mm	100	80 – 100
½" = 12,70 mm	75 – 100	
3/8" = 9,50 mm	60 – 85	60 – 80
No. 4 = 4,75 mm	38 – 55	48 – 65
No. 8 = 2,36 mm	27 – 40	35 – 50
No. 30 = 600 um	14 – 24	19 – 30
No. 50 = 300 um	9 – 18	13 – 23
No. 100 = 150 um	5 – 12	7 – 15
No. 200 = 75 um	2 – 8	1 – 8

Sumber : Dept. PU, Dirjen Bina Marga, 1983

Campuran aspal harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Persyaratan sifat campuran

SIFAT CAMPURAN		HRSS A	HRSS B	HRS	AC	ATB
Kadar aspal efektif	Minimum	9.1	7.9	6.8		5.5
Kadar penyerapan aspal	Maksimum	2.0	2.0	1.7	1.7	1.7
Kadar aspal Total Minimum (terhadap berat total)	Minimum	10.3	8.9	7.3	4.3 - 7.0	6.0
Kadar Rongga Udara dari campuran padat (% terhadap volume total campuran)	Minimum	4	4	4	3	4
	Maksimum	9	9	6	6	8
Marshall Quotient (AASHTO T245-78) (KN/mm)	Minimum	0.8	0.8		1.8	1.8
	Maksimum	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0
Stabilitas Marshall (AASHTO T245-78) (Kg)	Minimum	200	200	450	750	750
	Maksimum	850	850	850	850	-
Stabilitas Marshall tersisa setelah perendaman selama 24 jam pada 60° (% terhadap stabilitas semula)	Minimum	75	75	75	75	75

Sumber : Dept. PU, Dirjen Bina Marga

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan resep campuran yang memenuhi spesifikasi, menghasilkan campuran yang memenuhi kinerja yang baik dari agregat yang tersedia. Metode perencanaan campuran yang umum dipergunakan di Indonesia, adalah (Silvia Sukirman, 1993) :

1. Metode Bina Marga, bersumber dari BS594 dan dikembangkan untuk kebutuhan di Indonesia oleh CQCMU (*Central Quality Control and Monitoring Unit*).

Perencanaan campuran dengan menggunakan metode Bina Marga dimulai dari kadar aspal efektif yang tetap sesuai dengan yang telah ditetapkan di spesifikasi.

Pencampuran agregat yang tersedia di lokasi divariasikan untuk dapat memenuhi syarat rongga udara, tebal film aspal dan stabilisasi. Jadi pada metode ini rongga

udara dalam campuran merupakan kriteria pokok bersama dengan kadar aspal efektif yang akhirnya menentukan tebal film aspal yang terjadi. Karena bertitik tolak dari rongga udara dan film aspal, maka campuran dengan menggunakan metode ini mempunyai sifat durabilitas tinggi, sehingga disebut juga campuran aspal dengan durabilitas tinggi. Campuran aspal yang dihasilkan dengan mempergunakan metode ini yaitu HRS kelas A untuk jalan lalu lintas rendah, HRS kelas B untuk jalan lalu lintas tinggi, ATB dan ATBL sebagai lapis pondasi.

2. Metode Asphalt Institute, perencanaan dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar adalah gradasi agregat campuran yang harus memenuhi Lengkung Fuller. Gradasi campuran yang digunakan pada metode ini adalah agregat bergradasi baik atau menerus. Batas gradasi campuran yang diizinkan dan sifat campuran yang diinginkan diberikan pada spesifikasi.

2.3.3 Mesin/alat

2.3.3.1 Mesin/alat pada produksi campuran aspal

Proses pencampuran aspal beton campuran panas yang dilakukan pada temperatur sekitar 140°C sehingga siap dihampar ke lokasi, dilakukan pada AMP.

Jenis-jenis AMP, yaitu (Ir. Rochmanhadi, 1984) :

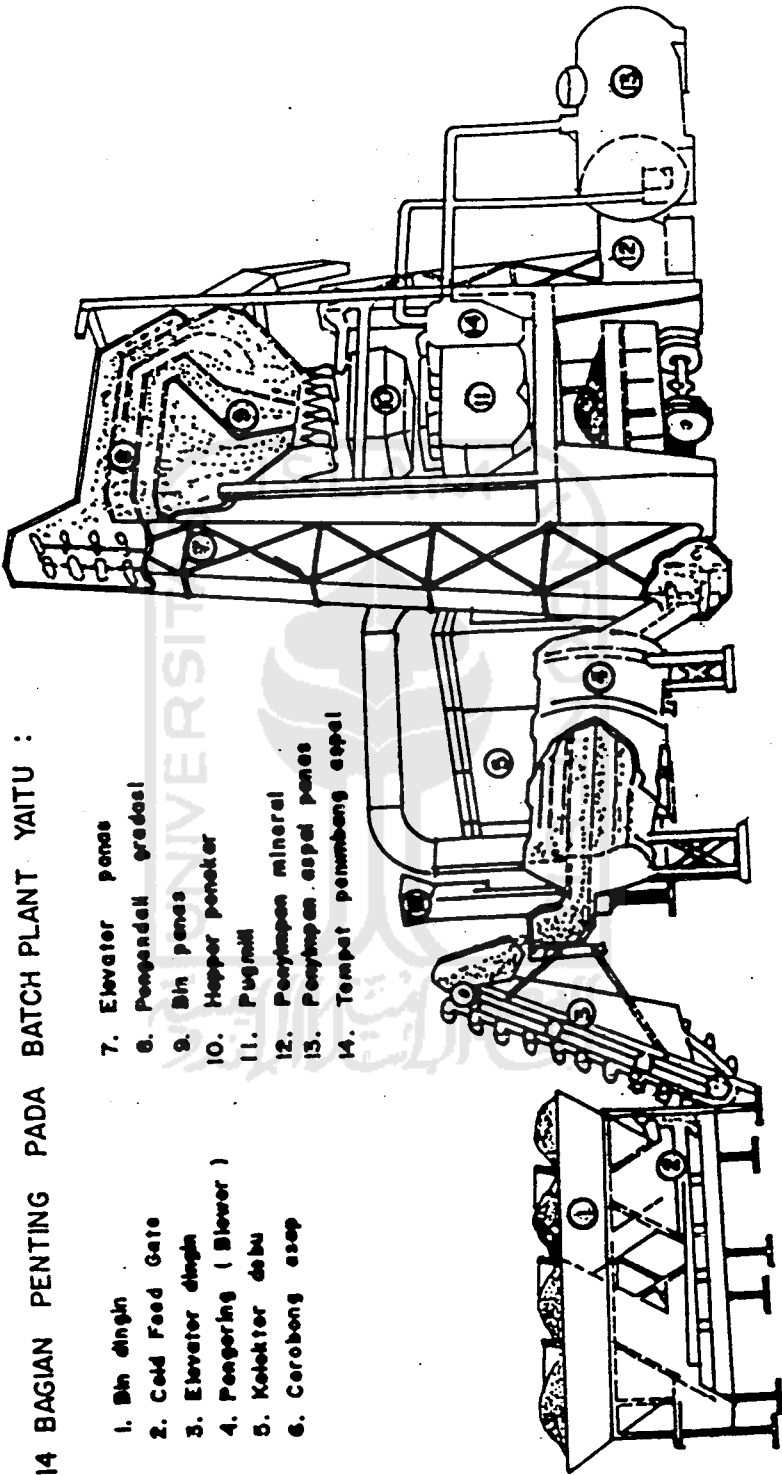
1. *Batch plant*

Alat pencampur tipe ini memiliki komponen-komponen yang dapat mengatur pemasukan masing-masing bahan mentah dengan kuantitas yang benar pada suatu takaran yang dicampur pada suatu saat. Dengan demikian kontrol yang baik lebih mudah dilakukan pada jenis ini dibandingkan dengan jenis yang lain. Beton

aspal yang dihasilkan kualitas tinggi. Campuran antara fraksi-fraksi agregat dan aspal menggunakan perbandingan berat.

Bagian-bagian dari *batch plant*, yaitu :

- a. Bin dingin (*Cold bin*), yaitu tempat untuk menyimpan sementara agregat dingin dari APP (*Aggregate Processing Plant*).
- b. Elevator dingin (*Cold elevator*), berfungsi untuk memindahkan campuran agregat dari *cold bin* 1,2,3 dan 4 menuju pengering (*dryer*).
- c. Pengering (*Dryer*), berfungsi untuk mengeringkan/memanasi agregat sebelum diaduk atau dicampur dengan aspal.
- d. Elevator panas (*Hot elevator*), berfungsi untuk memindahkan campuran agregat panas dari *dryer* menuju *hot screen*.
- e. Pengendali gradasi (*Hot screen*), berfungsi untuk menyaring campuran agregat panas menjadi ukuran-ukuran sesuai dengan gradasi yang ditentukan.
- f. Bin panas (*Hot bin*), berfungsi untuk menyimpan sementara agregat panas yang sudah disaring menjadi beberapa fraksi yang diperlukan.
- g. Tempat penyimpanan aspal (*Asphalt storage*), berupa tangki berbentuk silinder yang berfungsi untuk menampung aspal cair yang dihasilkan oleh *asphalt heater* (*melting tank*).
- h. *Filler elevator*, berfungsi untuk memindahkan filler dari bak penampung menuju *hot bin*.
- i. *Pugmill*, terdiri dari as kembar yang diberi sudu-sudu yang berfungsi untuk mengaduk agregat dengan aspal secara merata.



14 BAGIAN PENTING PADA BATCH PLANT YAITU :

- 1. Bin dingin
- 2. Cold Feed Gate
- 3. Elevator dingin
- 4. Pengering (Blower)
- 5. Kolektor debu
- 6. Cerobong asap

- 7. Elevator panas
- 8. Pengendali gradasi
- 9. Bin panas
- 10. Hopper penakar
- 11. Pugmill
- 12. Penyimpan mineral
- 13. Penyimpan aspal panas
- 14. Tempat penimbang aspal

Gambar 2.3 AMP jenis Batch Plant
 Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

Produksi AMP per jam :

$$Q = \frac{C \cdot 60 \cdot E}{C_{ms}} \quad (\text{T/jam}) \quad (2.3)$$

dengan :

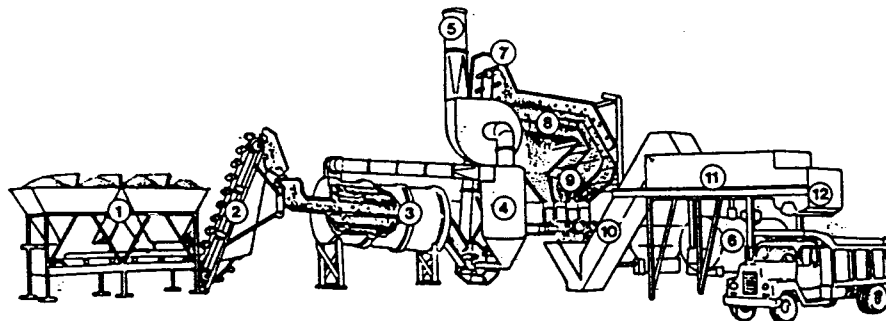
C = kapasitas batch (Ton)

E = efisiensi kerja alat (lihat Tabel A pada Lampiran)

C_{ms} = *mixing time* (menit)

2. *Continuous plant*

Jenis ini hampir sama dengan jenis *batch plant*, hanya saja *hot bin* tidak mempunyai penutup dan tidak terdapat kotak penimbang, sehingga agregat yang telah dipanaskan dan diayak oleh pengendali gradasi langsung masuk ke bin panas dan selanjutnya sesuai dengan proporsi yang diatur berdasarkan bukaan bin langsung masuk ke pugmill melalui elevator panas secara terus menerus selama proses pencampuran. Pengontrolan kualitas dan variasi produksi sangat ditentukan dari bukaan bin dingin dan bin panas. Beton aspal yang dihasilkan kualitas rendah. Campuran antara fraksi-fraksi agregat dan aspal menggunakan perbandingan volume.



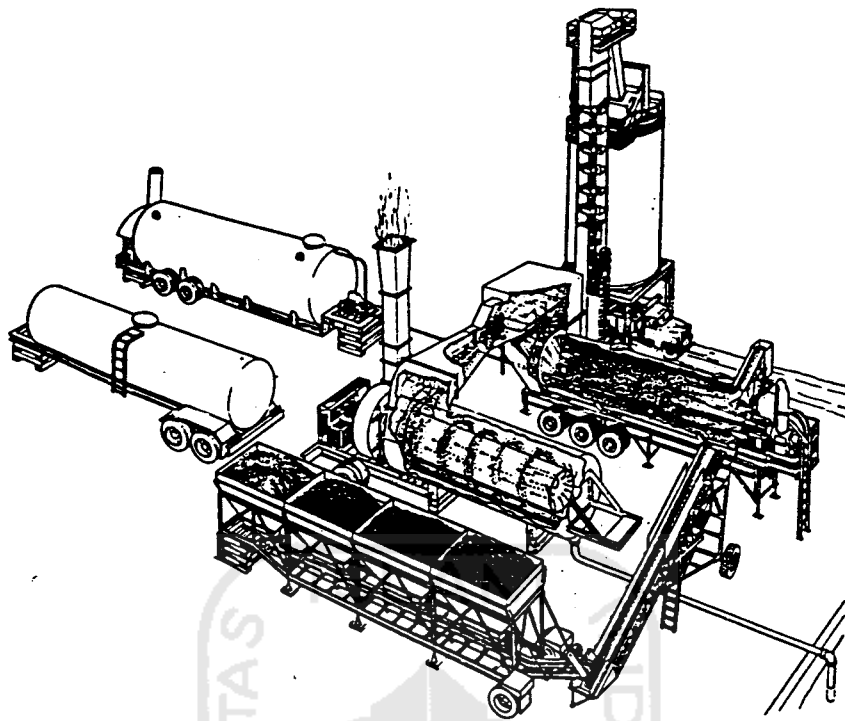
Gambar 2.4 AMP jenis *Continuous Plant*

Sumber : Silvia Sukirman, 1993

Komponen dari *continous plant* adalah :

1. Bin dingin (*Cold bin*)
 2. Elevator dingin (*Cold elevator*)
 3. Pengering (*Dryer*)
 4. *Dust collector*
 5. Cerobong asap
 6. Penyimpan aspal panas
 7. Elevator panas (*Hot elevator*)
 8. Pengendali gradasi
 9. *Hot bin* tanpa pintu
 10. *Pugmill*
 11. Hopper pencurah/pemuat
3. *Drum mix plant*

Pembuatan campuran beton aspal yang dihasilkan oleh pengaduk drum pengering dan tidak menggunakan *hot screen, hot bin, weight hopper, pugmill*. Pemasukan agregat dari *cold bin*, pemanasan agregat dan pencampuran agregat panas dengan aspal seluruhnya dilakukan dalam drum.



Gambar 2.5 AMP jenis *Drum Mix Plant*

Sumber : Silvia Sukirman, 1993

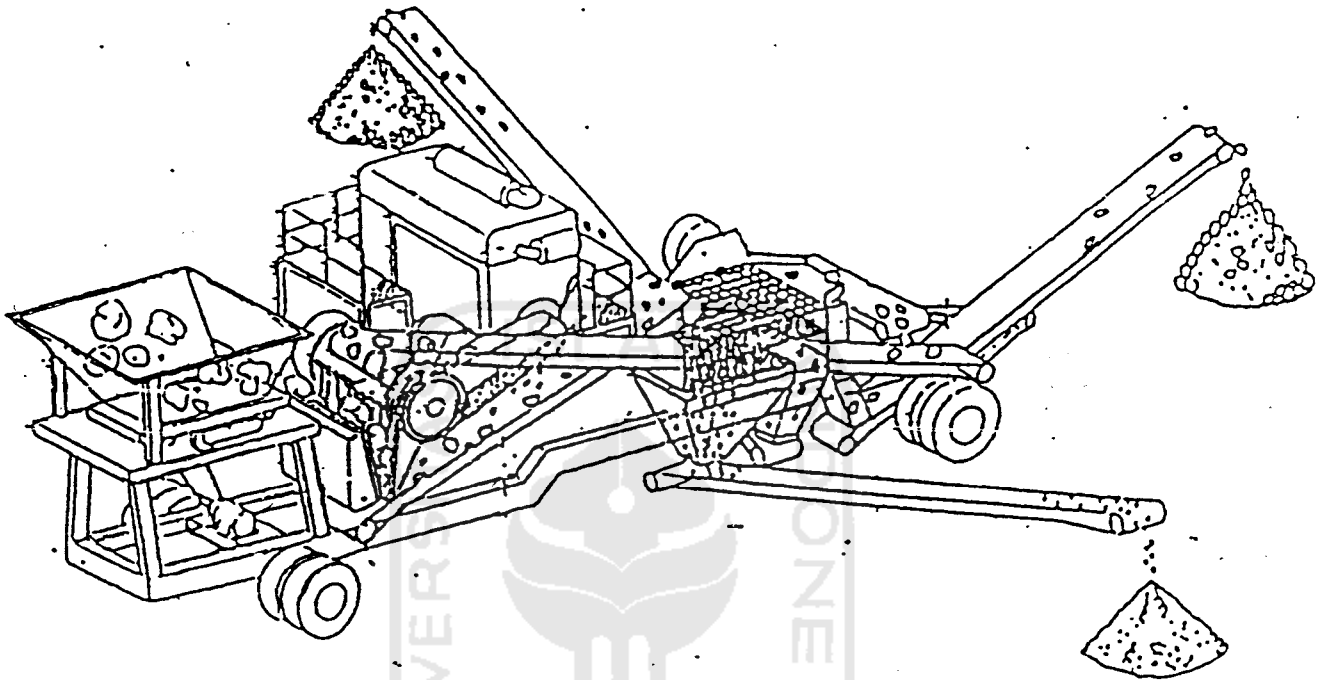
Komponen-komponen *drum mix plant* adalah :

- a. Bin dingin (*Cold bin*)
- b. Elevatr dingin (*Cold elevator*)
- c. *Drum mixer*
- d. Pengumpul debu (*Dust collector*)
- e. Elevator hot mix
- f. Silo penyimpan campuran
- g. Penyimpan aspal

Alat-alat lain yang terlibat dalam proses produksi campuran aspal adalah :

1. *Agregat Processing Plant* (APP), yaitu suatu sistem rangkaian beberapa alat berat yang terdiri dari alat pemecah batu (*Stone Crusher*) dan alat pendukung

lainnya. Tujuannya adalah untuk mendapatkan butir-butir batu (pecah) dalam jumlah dan perbandingan yang direncanakan, sesuai dengan gradasi yang diinginkan.



Gambar 2.6 Agregat Processing Plant
Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

Produksi *Stone Crusher* :

$$Q = C \times E \quad (2.4)$$

dengan :

Q = produksi per jam (ton/jam)

C = kapasitas *Stone Crusher* (ton/jam)

E = efisiensi kerja (lihat Tabel A pada lampiran)

2. Loader, merupakan alat pemuat dengan traktor sebagai prime mover atau penggerak utama; digunakan secara umum untuk memuat truk sampai ketinggian 8 – 15 feet, mengangkat (jarak dekat) dan menggali (tanah lunak).

Produksi Loader :

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E \quad (2.5)$$

$$q = q' \times k \quad (2.6)$$

dengan :

q = produksi per siklus (m^3 , cu.yd)

E = efisiensi kerja (lihat Tabel A pada Lampiran)

q' = kapasitas munjung yang tercantum dalam spesifikasi alat

k = faktor bucket yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah. (lihat Tabel B pada Lampiran)

C_m = waktu siklus, disesuaikan dengan bentuk pemuatan, yaitu :

$$a. \text{ Pemuatan melintang, } C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (2.7)$$

$$b. \text{ Pemuatan bentuk V, } C_m = 2\frac{D}{F} + 2\frac{D}{R} + Z \quad (2.8)$$

$$c. \text{ Muat angkut, } C_m = \frac{D}{F} \times 2 \times Z \quad (2.9)$$

dengan : D = jarak angkut (m, yd)

F = kecepatan maju (m/menit, yd/menit), untuk mesin Torqflow
kecepatan diperhitungkan 80%-nya

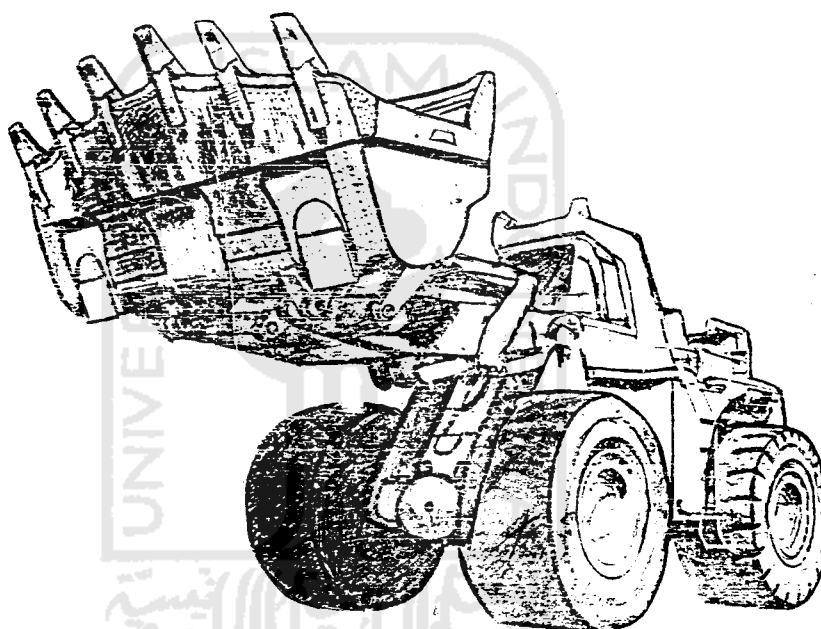
R = kecepatan mundur (m/menit, yd/menit)

Z = waktu tetap (menit), yaitu untuk ganti persneling, memuat,
putar, buang dan menunggu (Tabel 2.5)

Tabel 2.5 Waktu muat loader

	Pemuatan (menit)		
	Bentuk V	Melintang	Muat angkut
Mesin gerak langsung	0,25	0,35	-
Mesin gerak hidrolis	0,20	0,30	-
Mesin gerak Torqflow	0,20	0,30	0,35

Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984



Gambar 2.7 Loader

Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

2.3.3.2 Mesin/alat pada pelaksanaan pekerjaan pengaspalan

Alat yang dipergunakan pada pelaksanaan pekerjaan pengaspalan terdiri dari alat-alat berat, yaitu (Ir. Rochmanhadi, 1984) :

1. Dump truck, merupakan alat angkut campuran aspal ke lokasi penghamparan.

Alat ini dibuat khusus sebagai alat angkut karena kelebihanannya dalam kecepatan, kapasitas, fleksibilitasnya, luwes dan mudah dikoordinasikan dengan alat-alat lain.

Kemampuan memuat DT dinyatakan dalam berat muatan (ton) maupun dalam kapasitas bak (m^3). Pemilihan DT harus mempertimbangkan kemampuan produksi alat gali maupun pemuatnya agar tidak terdapat alat mengganggu yang mempertimbangkan keuntungan maupun kerugiannya.

Produksi DT :

$$Q = \frac{Td \times E}{Cm} \text{ (Ton/jam)} \quad (2.10)$$

dengan :

Td = tonnase angkut rata-rata (Ton)

E = efisiensi kerja (lihat Tabel A pada lampiran)

Cm = waktu siklus (menit)

= T muat + T tunggu, pemuatan lapangan + T perjalanan (p-p)

$$= \frac{Td}{To} \cdot to + 30 \text{ mnt} + \frac{2 \cdot L}{V} \cdot 60 \text{ mnt} \quad (2.11)$$

Untuk pekerjaan kombinasi dump truck dengan pemuat (loader/AMP), jumlah dump truck yang dibutuhkan agar efisiensi kerja maksimum, pada kondisi normal dihitung dengan rumus berikut :

$$M = \frac{Cmt}{n \cdot Cms} \quad (2.12)$$

dengan :

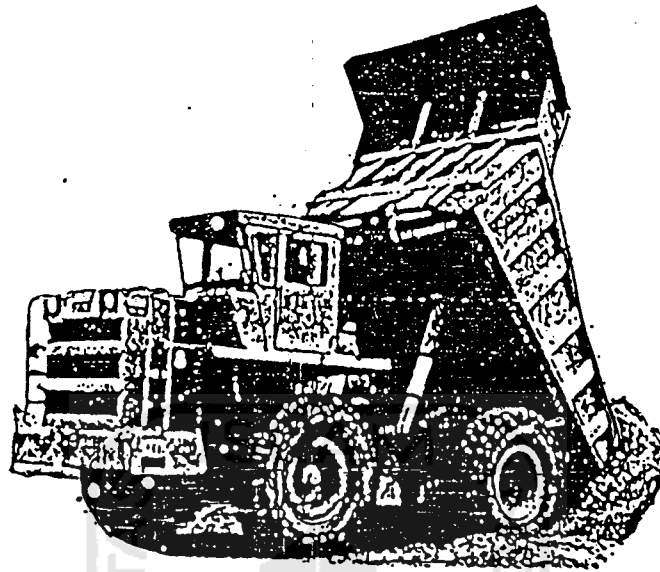
M = jumlah dump truck

Cmt = waktu siklus dump truck (menit)

n = jumlah siklus yang diperlukan pemuat untuk mengisi DT

Cms = waktu siklus pemuat (loader/AMP) (menit)

n.Cms = waktu muat DT



Gambar 2.8 Dump truck
Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

2. Asphalt finisher, digunakan pada pekerjaan penghamparan. Bagian-bagian dari asphalt finisher, yaitu : *receiving hopper, crawler, roller push truck, tires, spreading screw, adjustable gates, tamper, thickness control* dan *crown control*.

Produksi Asphalt Finisher :

$$Q = W \times V \times H \times E \quad (2.13)$$

dengan :

Q = produksi per jam (m^3/jam)

W = lebar penghamparan (m)

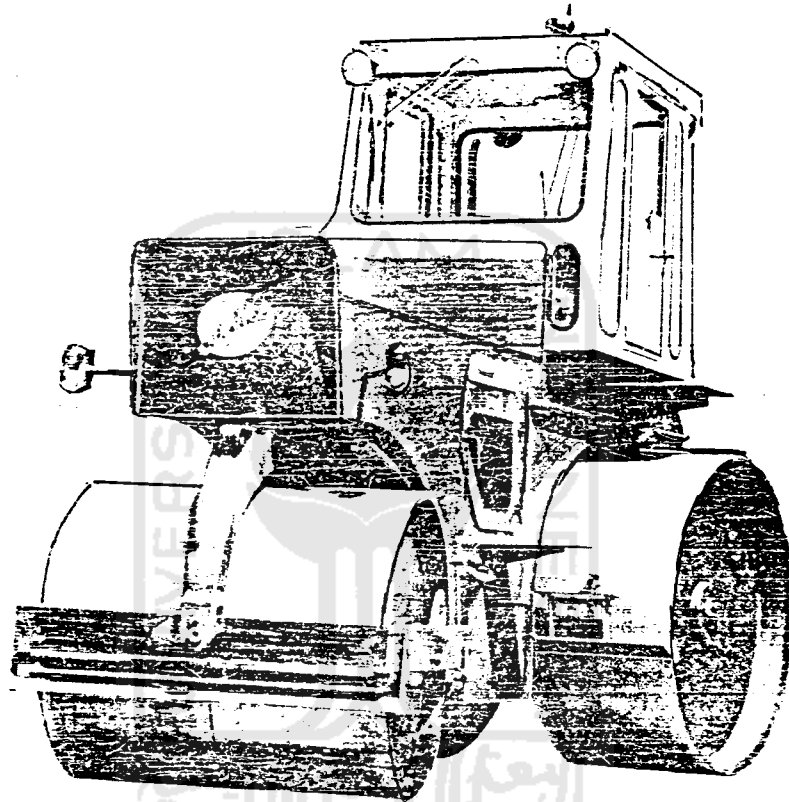
V = kecepatan kerja (m/jam)

H = tebal lapisan (m)

E = efisiensi kerja (lihat Tabel A pada Lampiran)



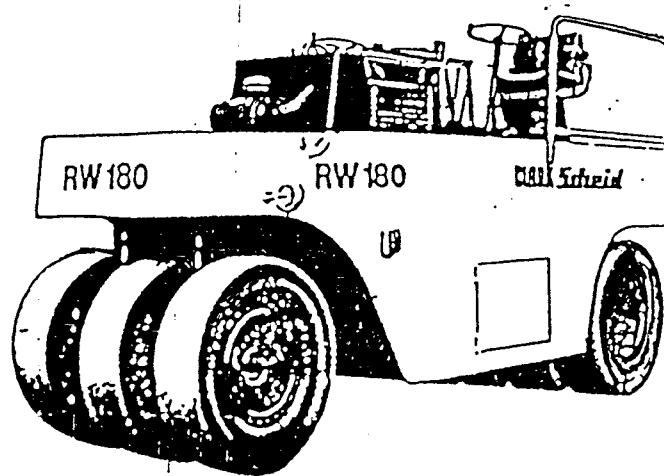
3. Pemasat (*Compactor*), adalah alat yang dipakai pada pekerjaan pemadatan. Pada pekerjaan pemadatan campuran aspal dipakai 2 alat pemasat (*compactor*), yaitu:
- Tandem roller 4 – 6 ton, kecepatan 3 – 4 km/jam, digunakan pada tahap pekerjaan penggilasan awal dan tahap penggilasan akhir.



Gambar 2.9 Tandem Roller
Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

- Pneumatic Tire Roller 10 - 12 ton, dengan susunan roda belakang dan depan berselang seling dan tekanan ban 70 – 80 psi, kecepatan 5 – 10 km/jam, digunakan pada tahap pekerjaan penggilasan antara.

4. A
la
p'



Gambar 2.10 Pneumatic Tire Roller
Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

Produksi Tandem Roller dan Pneumatic Tire Roller :

$$Q = \frac{V \cdot t \cdot L \cdot E \cdot b_j}{N} \quad (\text{m}^3/\text{jam}) \quad (2.14)$$

dengan :

L = lebar pemadatan efektif tiap pass (m), disesuaikan dengan tipe pemadat.

V = kecepatan operasi (km/jam), tergantung dari jenis pemadat.

t = tebal pemadatan untuk satu lapis (m).

N = jumlah pemadatan (jumlah pass oleh compactor).

E = efisiensi kerja dari lintasan yang dilalui.

b_j = berat jenis campuran (T/m^3)

4. Asphalt sprayer, yaitu alat untuk pengerjaan pengaspalan khususnya pekerjaan lapis permukaan jalan raya maupun landasan seperti *prime coat*, *tack coat* dan penetrasi. Bagian-bagiannya yaitu :

- a. Truck/trailer : angkutan aspal menuju lokasi pekerjaan.
- b. Tangki aspal : menyimpan aspal.
- c. Burner : memelihara/mempertahankan suhu aspal pada derajat tertentu.
- d. Pompa aspal/compressor : memberikan daya semprot aspal dalam spray bar.
- e. Spray bar yang dilengkapi nozle untuk penyemprotan aspal.

Alat-alat bantu yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan pengaspalan, antara lain :

1. Compressor, alat untuk membersihkan lapisan pondasi dari debu dan kotoran
2. Generator, untuk penerangan malam hari.
3. Alat penunjang untuk pekerja : cangkul, sekop, sarung tangan, dll.

Produktivitas alat berat tergantung dari beberapa faktor, antara lain kapasitas alat, waktu siklus dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi efisiensi kerja alat. Untuk menentukan jumlah alat yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan harus diketahui volume pekerjaan dan alat yang dimanfaatkan secara optimal.

$$\text{Jumlah peralatan yang dibutuhkan} = \frac{\text{Kapasitas alat paling optimal}}{\text{Kapasitas/produksi alat}} \quad (2.15)$$

2.3.4 Uang/biaya

2.3.4.1 Biaya produksi campuran aspal

Dalam pengolahan bahan baku (input) menjadi produk jadi (output) yang siap dijual dibutuhkan biaya yang disebut Biaya Produksi (Mulyadi, 1993). Yang termasuk dalam biaya produksi adalah :

1. Biaya tenaga kerja langsung.
2. Biaya bahan baku/material.

3. Biaya sewa alat.

4. Biaya *overhead*.

2.3.4.2 Biaya pelaksanaan pekerjaan pengaspalan

Untuk perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat-alat berat didasarkan pada perhitungan-perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan yang meliputi atas hal-hal berikut :

1. Biaya tenaga kerja langsung.
2. Biaya bahan baku/material.
3. Biaya sewa alat.
4. Biaya *overhead*.

2.3.5 Metode pelaksanaan

2.3.5.1 Metode pelaksanaan produksi campuran aspal

Metode yang dipakai dalam pelaksanaan produksi campuran aspal beton di AMP dilihat berdasarkan jenis dari AMP yang digunakan, yaitu :

1. *Batch plant*.

Proses pencampuran aspal beton pada *batch plant* adalah sebagai berikut :

- a. Agregat kasar, agregat sedang, agregat halus dan pasir dimasukkan kedalam cold bin sesuai dengan proporsi dan perencanaan campuran (*mix design*). Kemudian campuran agregat dipindahkan ke *dryer* melalui *cold elevator* untuk dikeringkan/dipanasi sebelum dicampur dengan aspal. Pemanasan agregat dengan menggunakan burner yang dipasang pada arang bawah *dryer*,

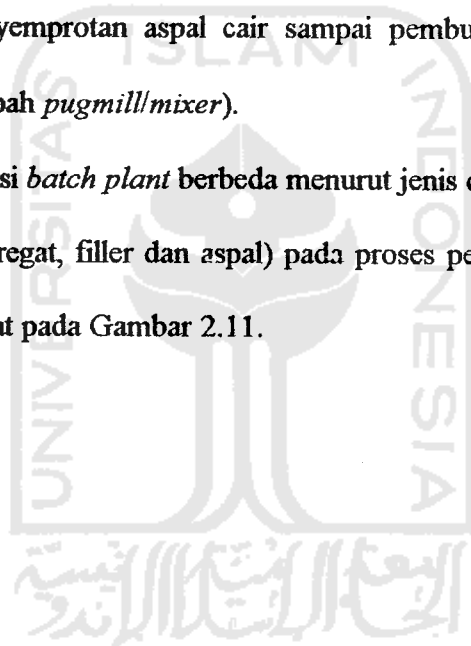
sedangkan pemasukan agregat melalui corong yang dipasang pada ujung atas *dryer* disebut *counter flowdryer*.

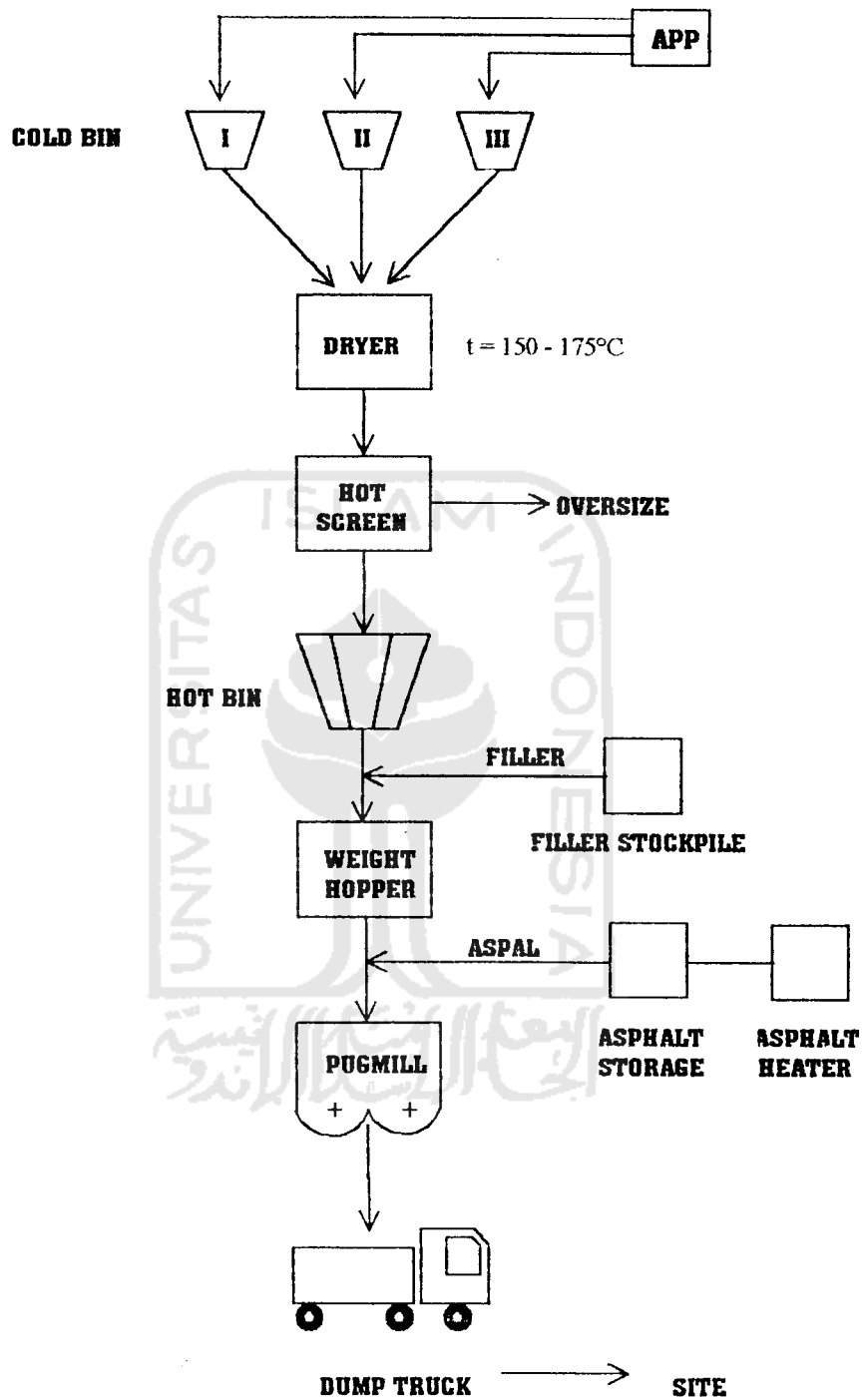
- b. Kemudian campuran agregat panas dipindahkan dari *dryer* menuju *hot screen* dengan menggunakan *hot elevator*. Di *hot screen* campuran agregat panas disaring menjadi ukuran-ukuran sesuai dengan gradasi yang ditentukan. Luas ayakan/saringan harus cukup luas untuk menampung penyaringan agregat secara maksimal. *Hot screen* umumnya digunakan *multiple deck vibrating screen*.
- c. Agregat panas yang sudah disaring menjadi beberapa fraksi disimpan sementara dalam *hot bin*. *Hot bin* harus cukup besar untuk menjaga jangan sampai kehabisan bahan sewaktu AMP beroperasi. Dinding pemisah masing-masing *hot bin* harus cukup rapat dan tinggi sehingga agregat panas yang sudah disaring tidak tercampur aduk. Masing-masing *hot bin* dilengkapi pipa pelimpah untuk mencegah masuknya agregat ke *hot bin* lain dan menghindari terlalu penuhnya bin sehingga ayakan getar bertumpu di atas agregat. Hal ini dapat merusak ayakan/*screen*. Sebelum AMP beroperasi harus dilakukan pengambilan contoh agregat dari masing-masing *hot bin* untuk menentukan perbandingan berat (%) dari masing-masing fraksi agar bercampur fraksi-fraksi agregat tersebut memenuhi batas spesifikasi yang ditentukan. Setelah perbandingan berat dari masing-masing fraksi diketahui, dilakukan penimbangan dalam *weight hopper* yang berat agregatnya dapat dibaca pada skala yang ada di dekat operator.

d. Dari *filler stockpile*, filler dipindahkan ke *weight hopper* dengan menggunakan *filler elevator*. Setelah agregat dan filler ditimbang sesuai proporsi yang telah ditentukan dalam campuran rencana (*mix design*), kemudian ditumpahkan ke dalam *pugmill* untuk diaduk secara merata dengan aspal. Disini campuran agregat diaduk selama lebih dari 5 detik agar homogen baru kemudian disemprotkan aspal cair/panas dari *asphalt storage* dan diaduk kembali dengan mixing time selama 30 – 75 detik, terhitung mulai dari saat penyemprotan aspal cair sampai pembukaan *discharge opening* (pintu penumpah *pugmill/mixer*).

Kapasitas produksi *batch plant* berbeda menurut jenis dan model alat.

Aliran bahan (agregat, filler dan aspal) pada proses pembuatan campuran aspal beton dapat dilihat pada Gambar 2.11.



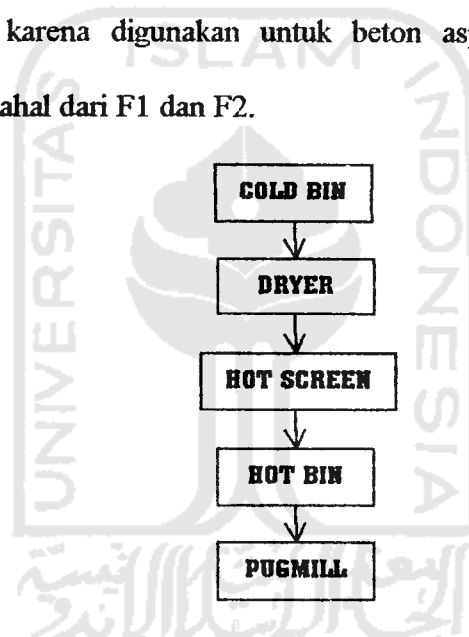


Gambar 2.11 Skema aliran bahan (agregat, filler dan aspal) pada batch plant
 Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

2. *Continous plant.*

Fungsinya hampir sama dengan *Batch Plant*, bedanya terletak pada aliran bahan dari *hot bin* (agregat), *asphalt storage* (aspal) menuju ke *pugmill*. Perbandingan campuran antara agregat dan aspal berdasarkan volume. Pemasukan agregat dari *hot bin* ke dalam *pugmill* secara terus menerus (*continous*), melalui *apron feeder* yang berjalan oleh putaran *drive shaft* dengan RPM tertentu.

Disini *coarse aggregate* (F1) terpisah dengan *fine aggregate* (F2) dan tidak ada *filler aggregate*, karena digunakan untuk beton aspal kelas rendah. *Filler aggregate* lebih mahal dari F1 dan F2.



Gambar 2.4 Skema kerja dari *Continous Plant*
 Sumber : Ir. Rochmanhadi, 1984

3. *Drum mix Plant.*

Disini pembuatan campuran beton aspal yang dihasilkan oleh adukan drum pengering dan tidak menggunakan : *hot screen*, *hot bin*, *weight hopper* dan *pugmill*.

2.3.5.2 Metode pelaksanaan pekerjaan pengaspalan

Sebelum campuran aspal dihampar dan dipadatkan, ada pekerjaan yang harus dilakukan, yaitu pekerjaan perawatan lapis permukaan (*surface treatment*). Pekerjaan ini merupakan pekerjaan pemberian lapisan aspal, baik pada jalan yang baru akan dibangun ataupun jalan yang sudah ada guna memperbaiki kondisinya.

Pekerjaan ini meliputi :

1. *Prime Coats*, yaitu pemberian lapis aspal cair pada tanah dasar maupun pada permukaan base course sebelum dilaksanakan pekerjaan *surface course* (*wearing course*). Maksud dari pekerjaan ini adalah :
 - a. Menutup pori-pori untuk menghalangi kapilaritas.
 - b. Mengikat debu-debu dan mineral-mineral yang lepas sehingga akan menjadi kokoh dan keras permukaannya.
 - c. Meningkatkan kekuatan adhesi antara base dan *surface course*nya.
 - d. Melindungi permukaannya yang sedang dikerjakan bila separuh jalan dipakai lalu lintas yang mengerjakan perkerasan.

Jenis aspal yang dipakai adalah yang mempunyai sifat keenceran yang cukup, yaitu MC (*Medium Curing*), yaitu jenis aspal semen yang dicairkan dengan destilasi minyak tanah (*kerosene*) pada temperatur $\pm 160-280^{\circ}\text{C}$ ($325-535^{\circ}\text{F}$)
Takaran pemakaian bahan pengikat berkisar antara 0,4 – 1,3 liter/m² untuk pondasi agregat kelas A dan antara 0,2 – 0,8 liter/m² untuk pondasi tanah semen.

2. *Tack Coats*, yaitu pemberian lapis aspal cair pada permukaan jalan atau *surface course* yang sudah ada, yang berguna untuk memberi ikatan antara perkerasan lama dengan yang baru. Takaran pemakaian tergantung dari jenis aspal yang

digunakan dan permukaan yang akan menerima pelapisan, biasanya $\pm \frac{1}{4} - \frac{3}{4}$ liter/m².

3. *Seal Coats*, adalah pemberian lapis tipis aspal pada pengerasan jalan yang sudah ada, kemudian ditutup dengan agregat. Tujuannya untuk memberi gesekan dan lapis permukaan yang tahan air sehingga melindungi lapisan di bawahnya akibat rembesan air, serta memperbaiki lapis permukaan yang telah halus agar tidak menyilaukan mata.

Tahapan pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan ini adalah sebagai berikut :

- a. Panjang permukaan yang akan disemprot diukur dan ditandai. Kondisi permukaan tersebut harus dalam keadaan bersih dari debu dan kotoran.
- b. Bahan aspal disemprotkan merata keseluruh permukaan sesuai dengan jumlah takaran yang dibutuhkan dengan menggunakan aspal distributor dengan batang penyemprot.
- c. Penyemprotan aspal sekali jalan harus setengah atau lebih kecil dari setengah lebar permukaan yang akan disemprot. Lebar bidang penyemprotan dilebihkan 20 cm sebagai bidang tumpang tindih sambungan sisi-sisi jalur. Bidang sambungan ini dibiarkan terbuka dan diberi agregat penutup setelah penyemprotan sekali jalan pada jalur sebelahnya telah selesai dilaksanakan.
- d. Setelah pelaksanaan penyemprotan, setiap daerah yang tergenangi bahan pengikat yang berlebihan secara terus menerus didistribusi ulang melintang diatas permukaan yang telah disemprot dengan menggunakan mesin giling roda karet, sikat ijuk atau alat penyapu dari karet.

- e. Permukaan yang telah disemprot harus dibiarkan beberapa saat untuk memberi kesempatan terserap dan mengeras secara penuh. Periode pengunduran waktu sebelum pemasangan lapis berikutnya minimum 2 hari atau 48 jam dan tidak boleh lebih dari 14 hari, tergantung dari lalu lintas, cuaca, bahan pengikat dan bahan pondasi yang digunakan.

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengaspalan, metode yang digunakan disesuaikan dengan tahapan pekerjaan (Dirjen. Bina Marga, 1983), yaitu :

1. Pengangkutan.

Pengangkutan campuran aspal panas (hot mix) dilakukan dengan DT, dimana kondisi DT harus bersih serta selama pengangkutan material ditutup dengan terpal agar tidak terjadi penurunan suhu terlalu banyak. Sebelumnya dinding dan dasar DT diolesi minyak solar atau dibubuhi bubuk kapur agar aspal yang diangkut tidak lengket. Kapasitas produksi AMP, jumlah DT yang digunakan dan kapasitas alat penghampar harus seimbang, agar DT tidak perlu menunggu alat penghampar yang sedang menghampar untuk menghindari penurunan suhu campuran aspal yang akan menurunkan kualitas pemadatan akibat penggumpalan di bagian luar.

2. Penghamparan.

Sebelum penghamparan dengan asphalt finisher, lapisan pondasi harus bersih dari debu dan kotoran. Kemudian dibuat garis atau tanda pada permukaan lapis pondasi sesuai dengan lebar yang direncanakan. Setelah hot mix dituang, lalu dihamparkan dengan ketebalan 1,25 x tebal padat. Temperatur hamparan $\pm 115^{\circ}\text{C}$ dan tepinya diratakan dengan pembatas kayu.

3. Pemadatan.

Pemadatan dimulai bila penghamparan campuran aspal panas (hot mix) telah selesai. Ada 3 tahap pemadatan, yaitu :

a. Tahap penggilasan awal (*break down rolling*).

Fungsi : kemantapan kedudukan atau posisi butiran. Waktu setelah penghamparan 0 – 10 menit, temperatur minimum 110°C. Alat yang digunakan adalah tandem roller atau mesin gilas roda tiga 4 – 6 ton antara 2 – 4 lintasan dengan kecepatan 3 - 4 km/jam.

b. Tahap penggilasan antara (*intermediate rolling*).

Waktu penghamparan 10 – 20 menit, temperatur 85 - 110°C. Alat pemadat yang digunakan adalah pneumatic tire roller, berat 10 – 12 ton, dengan susunan roda belakang dan depan berselang seling dan tekanan ban = 70 – 80 psi, kecepatan 5 - 10 km/jam dan jumlah lintasan 6 – 8.

c. Tahap penggilasan akhir (*finishing rolling*).

Fungsinya untuk membentuk dan meratakan kembali gilasan ban yang dihasilkan pada penggilasan antara yang biasanya masih terdapat alur-alur kecil, sehingga didapat permukaan yang rata dan rapat sesuai persyaratan.

Waktu setelah penghamparan 20 – 25 menit, temperatur 70- 85°C, alat tandem roller 6 – 8 ton, dengan kecepatan 5 – 8 km/jam. Minimum pada 60°C atau lebih sedikit diatas titik leleh aspal yang digunakan, pemadatan harus berakhir.

2.3.6 Pasar

Untuk memasarkan produk campuran aspal dan melaksanakan proyek pembangunan dan peningkatan jalan dan jembatan, perusahaan menempuh beberapa cara, antara lain :

1. Melalui proses lelang atau tender.
2. Ditunjuk oleh kontraktor pelaksana.
3. Penunjukan langsung oleh pemilik proyek/owner.
4. Pemesanan produk campuran aspal oleh kontraktor pelaksana proyek.

Target pasar bagi produk yang dihasilkan dapat ditentukan oleh perusahaan dengan mengetahui berapa banyak proyek pembangunan dan peningkatan jalan dan jembatan di wilayah DI. Yogyakarta dan berapa besar campuran aspal dari perusahaan yang dapat dijual serta berapa banyak proyek yang dapat dilaksanakan oleh perusahaan. Peningkatan produksi tiap tahun dapat digambarkan dalam diagram hasil produksi setiap bulannya.

Alasan konsumen untuk pemilihan penggunaan hasil produk perusahaan juga mempengaruhi keputusan-keputusan yang diambil untuk menentukan target pasar, antara lain :

1. Lokasi AMP yang strategis.
2. Harga jual produk yang bersaing.
3. Pengalaman pelaksanaan pekerjaan.
4. Tingkat pelayanan dalam pelaksanaan.
5. Mutu/kualitas pekerjaan yang dihasilkan.