

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

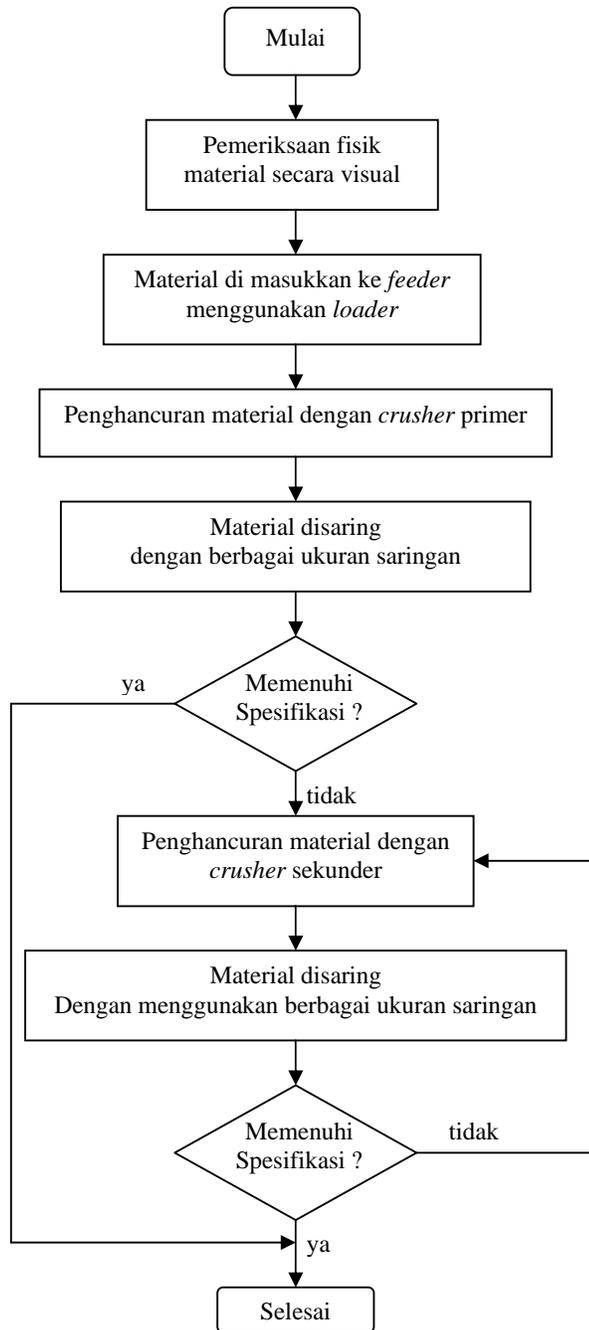
2.1 Mesin Pemecah Batu (*stone crusher*)

Agregat yang digunakan dalam campuran aspal dapat diambil dari alam (*quarry*) yang berupa pasir, kerikil atau batuan. Kadang batuan dari alam (*quarry*) berukuran besar sehingga perlu dilakukan pemecahan terhadap batuan tersebut agar dapat dimanfaatkan dalam campuran. Guna mendapatkan kerikil atau batuan pecah yang sesuai dengan ukuran yang diharapkan (memenuhi amplop *grading*) maka diperlukan suatu alat untuk memecah material tersebut. Alat pemecah batuan yang digunakan adalah *stone crusher*.

Stone Crusher berfungsi untuk memecahkan batuan alam menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan spesifikasi (persyaratan gradasi) yang dibutuhkan. Pada pekerjaan *crushing* ini biasanya diperlukan beberapa kali pengerjaan pemecahan, tahap – tahap pekerjaan ini beserta jenis *crusher* yang digunakan antara lain :

1. Pemecahan tahap pertama oleh jenis *primary crusher*.
2. Pemecahan tahap kedua oleh *secondary crusher*.
3. Pemecahan – pemecahan selanjutnya jika ternyata diperlukan, oleh *tertiary crusher*.

Tahap – tahap pekerjaan pemecahan pada *crusher* dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram Alir Material pada *Crusher*

2.1.1 Tipe Stone Crusher

Beberapa macam peralatan pemecah batu (*stone crusher*) meliputi :

1. *Primary Crusher*, biasanya menggunakan tipe *crusher* :

a. *Jaw crusher* (pemecah tipe rahang)

Jaw crusher digunakan untuk mengurangi besar butiran pada tingkat pertama, untuk kemudian dipecah lebih lanjut oleh *crusher* lain. Jenis ini paling efektif digunakan untuk batuan sedimen sampai batuan yang paling keras seperti granit atau basalt. *Jaw crusher* merupakan mesin penekan (*compression*) dengan rasio pemecahan 6 : 1.

Keuntungan yang diperoleh dari *jaw crusher* antara lain karena kesederhanaan konstruksinya, ekonomis dan memerlukan tenaga yang relatif kecil. Ukuran material yang dapat dipecah oleh *crusher* ini tergantung pada *feed opening* (bukaan) dan kekerasan batu yang akan dipecah. Umumnya untuk material hasil peledakan, material yang berukuran sampai dengan 90% dari *feed opening* (bukaan) dapat diterima. Untuk batuan yang tidak terlalu keras disarankan berukuran 80% dari *feed opening* (bukaan).

b. *Gyratory Crusher* (pemecah giratori)

Crusher ini beroperasi dengan kisaran. Bagian *crusher* pemecah berbentuk *Conis*, karena itu kadang disebut *cone crusher*. *Gyratory crusher* hampir sama dengan *jaw crusher*, perbedaannya terletak pada cara pemberian tekanan dimana untuk *gyratory crusher* tekanan diberikan dari arah samping. Hasil pemecahan *crusher* ini rata – rata berbentuk kubus dan agak *uniform* hal ini karena bentuk lengkung dari *cone* dan *bowl* yang mempunyai permukaan cekung (*concave*).

c. *Impact Crusher* (pemecah tipe pukulan)

Impact crusher disarankan terutama untuk batu kapur atau untuk penggunaan dengan abrasi lebih rendah. *Impact crusher* ada 2 jenis yaitu *impact breaker* dan *hammer mill*. Kedua jenis ini pada prinsipnya sama, perbedaannya terletak pada jumlah rotor dan ukurannya. *Impact breaker* mempunyai satu atau dua buah rotor dan ukurannya lebih besar daripada *hammer mill*. *Impact breaker* menghasilkan produk yang bentuknya

seperti kubus meskipun semula merupakan batu lempengan serta meningkatkan kualitas agregat dan mempertinggi kapasitas *plant*.

2. *Secondary Crusher*, biasanya menggunakan tipe *crusher* :

a. *Cone Crusher*

Selain sebagai *crusher* sekunder, *cone crusher* juga dapat digunakan untuk pasir dan kerikil serta material yang memiliki butir asal (sebelum dipecah) 20 – 25 cm dimana tidak memerlukan lagi *crusher* primer.

b. *Roll Crusher*

Roll Crusher diperlukan untuk menghasilkan produk dengan ukuran tertentu. *Crusher* jenis tekanan ini menghasilkan variasi pemecahan yang lebih besar dibanding jenis *crusher* lainnya. Kapasitas *roll crusher* tergantung dari jenis batuan, ukuran *crusher* primer, ukuran batuan yang diinginkan, lebar roda dan kecepatan roda berputar. Ditinjau dari jumlah rollnya ada beberapa macam tipe *roll crusher* yaitu :

➤ *Single Roll* (silinder tunggal), biasanya digunakan untuk memecahkan batuan yang lembab dan tidak menguntungkan jika digunakan untuk memecahkan batuan yang abrasif. *Crusher* tipe ini memiliki rasio pemecahan maksimum 7 : 1.

➤ *Double Roll* (silinder ganda), memiliki rasio pemecahan 2 – 2,5 : 1.

➤ *Triple Roll* (silinder tiga), memiliki rasio pemecahan 4 – 5 : 1.

c. *Hammer Mill* (pemecah tipe pukulan)

Hammer Mill digunakan untuk batu kapur berkualitas tinggi, dengan kadar abrasif kurang dari 5%, menghasilkan jumlah besar material halus. *Hammer Mill* dapat menerima *feed* material berukuran sampai dengan 20 cm dan memiliki rasio pemecahan 20 : 1.

3. *Tertiary Crusher*, biasanya menggunakan tipe *crusher* :

a. *Roll Crusher* (pemecah tipe silinder)

Selain sebagai *crusher* sekunder, *roll crusher* dapat juga digunakan sebagai *crusher* tersier.

- b. *Rod Mill* (pemecah tipe batang), dimaksudkan untuk mendapatkan material yang lebih halus.
- c. *Ball Mill* (pemecah tipe bola), dimaksudkan untuk mendapatkan material yang lebih halus.

Namun dalam prakteknya di lapangan, pekerjaan *crushing* dilakukan hanya sampai pada tahap kedua. Tipe *crusher* yang dipakai umumnya menggunakan tipe *jaw to jaw* dimana *jaw* pertama sebagai *primary crusher* (*crusher* primer) untuk pemecahan tahap pertama, sedangkan *jaw* kedua sebagai *secondary crusher* (*crusher* sekunder) untuk pemecahan tahap kedua. Hal ini disebabkan antara lain karena :

1. kesederhanaan konstruksinya.
2. ekonomis dan memerlukan tenaga yang relatif kecil.
3. kapasitas produksi yang besar tergantung lebar bukaan pada *jaw* dan ukuran butir yang dikehendaki.

2.1.2 Bagian - Bagian Stone Crusher

Bagian - bagian ini dimaksudkan untuk mengatur dan menyalurkan material yang masuk atau juga material hasil *crusher* yang dipisah – pisahkan menurut gradasinya. Beberapa bagian dari *crusher* antara lain :

1. Feeder dan Hopper

Feeder dan hopper adalah komponen dari peralatan pemecah batu yang berfungsi mengatur aliran dan pemisah bahan – bahan serta penerima bahan baku (*raw material*). Fungsi utama *feeder* adalah mengatur aliran bahan batuan yang masuk kedalam pemecah batu. Beberapa tipe dari *feeder* antara lain :

- a. *Apron feeder*, umumnya dipakai untuk batuan yang akan dimasukkan ke dalam *primary crusher*. *Feeder* ini direncanakan sebagai *heavy duty construction* untuk menahan beban kejut dari batuan yang ditumpahkan.
- b. *Reciprocating plate feeder* (plat pengumpan bolak – balik), biasanya dipakai untuk material yang diambil dari *gravel pit*, material ini umumnya berukuran kecil yang kadang – kadang tidak perlu pemecahan sehingga harus dikeluarkan dari material yang besar.

- c. *Grizzly feeder* (saringan pemisah pertama), hampir sama dengan *appron feeder*, hanya diberikan penambahan untuk sekedar memilih ukuran batu yang akan dipecahkan. Pada *feeder* jenis ini, butiran – butiran yang ukurannya lebih kecil dari ukuran rongga pada rantai *feeder* akan berjatuhan keluar.
- d. *Chain feeder*, pada *chain feeder* batu masuk karena berat sendiri melalui suatu penyalur.

2. *Scalping Unit* (saringan kisi – kisi)

Scalping unit sering dipakai sebagai lanjutan *feeder*, *scalping unit* ini berupa kisi – kisi (*grid*) yang diam (*stationery*) atau bergetar (*vibratiory motion*).

3. *Grizzly Bar* (batang – batang pemisah)

Grizzly bar juga dipakai pada *scalping unit*, konstruksinya berupa batang – batang (*bars*) besi paralel yang satu sama lainnya diberi jarak antara, dipasang miring ke arah pit sehingga batu yang ukurannya lebih besar dari jarak antara batang – batang tadi hanya akan melewatinya, tidak masuk ke dalam *crusher*. Jarak antara batang – batang besi tadi dapat diatur sesuai dengan ukuran batu (*feed*) yang diinginkan oleh *primary crusher*.

4. *Conveyor atau Bucket Elevator*

Adalah komponen dari peralatan pemecah batu yang berfungsi untuk memindahkan material secara langsung dalam suatu proses dari satu unit ke unit lain. Fungsi *conveyor* pada peralatan pemecah batu biasanya terdiri dari unit *joint conveyor* (fungsi penyambung atau perantara), *discharge conveyor* (mendistribusikan ke *stock pile*), *feed conveyor* (fungsi pemasok), *return conveyor* (fungsi balik untuk dipecah lagi).

5. *Bin dan Hopper Bawah*

Adalah komponen pada peralatan pemecah batu yang berfungsi untuk menampung sementara, atau sebagai container yang besar untuk penyimpanan material permanen dari material dari *stock pile*.

2.2 Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi material lainnya baik yang merupakan hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan/pemecahan) yang merupakan bahan utama konstruksi lapis perkerasan jalan dalam mendukung kekuatan.

Agregat berpengaruh terhadap kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Agregat juga berfungsi menahan abrasi dan meneruskan beban roda ke lapisan pondasi. Sifat agregat yang menentukan kualitas sebagai material perkerasan jalan adalah :

- a. ukuran dan susunan butiran (gradasi),
- b. kebersihan agregat terhadap material lain yang tidak menguntungkan
- c. kekerasan agregat
- d. keawetan dan ketahanan agregat
- e. bentuk butir, tekstur permukaan dan porositas
- f. kelekatan terhadap aspal.

(Silvia Sukirman, 2003)

2.2.1 Gradasi agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisis pemeriksaan dengan menggunakan satu set saringan yang umumnya terdiri dari saringan berukuran 4", 3 ½", 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100 dan No.200.

Gradasi agregat dinyatakan dalam prosentase lolos atau prosentase tertahan, yang dihitung berdasarkan berat agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butiran yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Jika agregat campuran terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga atau berpori banyak karena tidak terdapat agregat berukuran kecil yang dapat mengisi rongga. Sebaliknya jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga atau pori yang terjadi sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan agregat berukuran besar, akan diisi oleh agregat berukuran lebih kecil.

Distribusi butiran – butiran agregat dengan ukuran tertentu yang dimiliki oleh suatu campuran menentukan jenis gradasi agregat. Gradasi agregat dapat dikelompokkan menjadi :

1. Agregat bergradasi baik

Agregat bergradasi baik disebut pula agregat bergradasi rapat. Campuran agregat bergradasi baik mempunyai pori sedikit, mudah dipadatkan dan mempunyai stabilitas yang tinggi. Tingkat stabilitas ditentukan dari ukuran butiran agregat terbesar yang ada. Berdasarkan ukuran butiran agregat yang dominan menyusun campuran agregat, maka agregat bergradasi baik dapat dibedakan atas :

- a. Agregat bergradasi kasar adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran agregat kasar.
- b. Agregat bergradasi halus adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai dengan halus, tetapi dominan berukuran agregat halus.

Agregat bergradasi baik atau buruk dapat diperiksa dengan menggunakan Rumus *Fuller*,

$$P = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^{0,45}$$

Dengan :

P = persen lolos saringan dengan bukaan saringan d mm

d = ukuran agregat yang diperiksa, mm

D = ukuran maksimum agregat yang terdapat dalam campuran, mm

2. Agregat bergradasi buruk

Agregat bergradasi buruk tidak memenuhi persyaratan gradasi baik. Macam – macam gradasi agregat yang dapat dikelompokkan kedalam agregat bergradasi buruk adalah :

- a. Agregat bergradasi seragam, terdiri dari butiran – butiran agregat yang berukuran sama. Campuran agregat ini mempunyai pori antar

butiran yang cukup besar, sehingga sering dinamakan juga agregat bergradasi terbuka.

- b. Agregat bergradasi terbuka, adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya sedemikian rupa sehingga pori – porinya tidak terisi dengan baik.
- c. Agregat bergradasi senjang adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya tidak menerus, atau ada bagian ukuran yang tidak ada, jika ada hanya sedikit sekali.

(*Silvia Sukirman, 2003*)

Masing – masing fraksi agregat terlebih dahulu harus diperiksa gradasinya yang selanjutnya digabungkan menurut perbandingan sehingga menghasilkan agregat campuran. Agregat campuran adalah agregat hasil pencampuran secara proporsional fraksi agregat A, fraksi agregat B, dan fraksi agregat C. Proporsi dari masing – masing fraksi agregat dirancang secara proporsional sehingga diperoleh gradasi agregat yang diinginkan.

Perencanaan campuran diperlukan untuk mendapatkan gradasi campuran sesuai spesifikasi campuran. Batasan gradasi agregat disebut juga **spesifikasi gradasi agregat campuran**, yaitu nilai rentang gradasi agregat campuran yang diperbolehkan terjadi di lapangan. **Gradasi tengah** adalah gradasi agregat yang merupakan nilai tengah dari rentang gradasi agregat yang diberikan dalam spesifikasi. Gradasi tengah ini yang seringkali disebut sebagai **gradasi ideal** dari spesifikasi campuran.

Untuk mendapatkan gradasi agregat campuran dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain dengan metode *trial and error*, metode analitis dan metode grafis. Namun pada praktek di lapangan umumnya digunakan metode *trial and error*.

2.2.2 Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami degradasi, yaitu perubahan degradasi akibat pecahnya butiran – butiran agregat.

Kehancuran agregat dapat disebabkan oleh proses mekanis, seperti gaya – gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan perkerasan jalan (penimbunan, penghampanan, pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu lintas dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan dan perubahan suhu sepanjang hari.

Faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi sangat ditentukan oleh jenis agregat, gradasi campuran, ukuran partikel, bentuk agregat dan besarnya energi yang dialami oleh agregat tersebut.

Daya tahan agregat terhadap beban mekanis diperiksa dengan melakukan pengujian abrasi menggunakan alat abrasi *Los Angeles* sesuai dengan AASHTO T96 – 87 atau SNI–03–2417–1991. Gaya mekanis pada pemeriksaan dengan alat abrasi *Los Angeles* diperoleh dari bola – bola baja yang dimasukkan bersama dengan agregat yang hendak diuji.

2.2.3 Bentuk Butiran dan Tekstur Permukaan

Bentuk butiran dan tekstur permukaan mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk agregat tersebut. Adapun partikel agregat dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk :

a. Bulat (*Rounded*)

Agregat yang dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan *interlocking* yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.

b. Lonjong (*Elongated*)

Partikel agregat bentuk lonjong dapat ditemui di sungai – sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya $> 1,8$ kali diameter rata – rata. Indeks kelonjongan (*elongated index*) adalah perbandingan dalam persen dari berat agregat lonjong terhadap berat total. Sifat *interlocking*nya hampir sama dengan yang berbentuk bulat.

c. Kubus (*Cubical*)

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pecah batu (*crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas, berbentuk bidang rata sehingga memberikan *interlocking* / saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

d. Pipih (*Flaky*)

Partikel agregat berbentuk pipih dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu (*crusher*) ataupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang lebih tipis dari 0.6 kali diameter rata – rata. Indeks kepipihan (*flakiness index*) adalah berat total agregat yang lolos slot dibagi dengan berat total agregat yang tertahan pada ukuran nominal tertentu. Agregat berbentuk pipih mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan, ataupun akibat beban lalu lintas, oleh karena itu banyaknya agregat pipih ini dibatasi dengan menggunakan nilai indeks kepipihan yang disyaratkan.

e. Tak Beraturan (*Irregular*)

Partikel agregat yang tidak beraturan, tidak mengikuti salah satu yang disebutkan diatas.

(*Silvia Sukirman, 2003*)

Pada umumnya sifat – sifat dari campuran aspal sebagian besar ditentukan dari jumlah relatif dari komponen – komponen agregat sebagai berikut :

- a. Fraksi agregat kasar, yaitu agregat yang tertahan saringan No.8 (2,36 mm). Agregat kasar berperan dalam membentuk kinerja dari campuran aspal karena stabilitas dari campuran aspal didapat dari *interlocking* antar agregatnya serta bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar.

- b. Fraksi agregat halus, yaitu agregat yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200 (0,075 mm).

Fungsi utama agregat halus dalam campuran aspal adalah untuk menahan stabilitas dan mengurangi terjadinya deformasi permanen dengan cara saling mengunci dan saling gesek diantara partikel agregat halus.

- c. Fraksi bahan pengisi (*filler*), yaitu agregat yang lolos saringan No.200 (0,075 mm).

Filler digunakan untuk mengisi rongga diantara butiran halus dan untuk menambah kekuatan serta kekakuan campuran aspal.