

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Ariany Frederika (2010) dengan judul Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi, tujuan untuk mengetahui, faktor penyebab keterlambatan, salah satu cara untuk mengantisipasinya dengan melakukan percepatan. Dalam melakukan percepatan, faktor biaya dan mutu harus diperhatikan, sehingga diperoleh biaya optimum dan mutu sesuai standart yang diinginkan. Alternatif percepatan yang digunakan yaitu penambahan jamkerja,dari satu jam sampai dengan empat jam tanpa adanya penambahan tenaga kerja. Perhitungan dimulai dengan mencari lintasan kritis menggunakan *Microsoft Project* kemudian dilakukan *Crashing* untuk mendapatkan *Cost Slope* kegiatan yang berada pada lintasan kritis, selanjutnya dilakukan analisis dengan metode *Time cost Trade Off Analysis*. Kemudian dibuat grafik hubungan biaya dan waktu optimum untuk masing-masing penambahan jam kerja. Dari hasil analisis didapat biaya optimum pada penambahan satu jam kerja dengan pengurangan biaya dan waktu masing – masing sebesar Rp. 784.104,16 dan 8 hari, sedangkan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja, dengan pengurangan waktu dan biaya masing-masing sebesar 14 hari dan Rp.700.377,35. Artinya, percepatan dengan biaya optimum didapat pada penambahan satu jam kerja dan waktu optimum didapat pada penambahan dua jam kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Ratna S. Alifen, Ruben S. Setiawan dan Andi Sunarto (1999) dengan judul Analisa “ *What If* “ sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek, bertujuan untuk mengetahui keterlambatan proyek. Bila terjadi keterlambatan pada salah satu jenis aktivitas, sering kali akan menyebabkan keterlambatan durasi proyek secara keseluruhan. Salah satu usaha untuk mengantisipasi keterlambatan durasi proyek adalah dengan melakukan percepatan durasi aktivitas pengikut. Metode jalur kritis atau *Critical Path Method* (CPM) merupakan suatu metode penjadwalan proyek yang sudah dikenal dan sering digunakan sebagai sarana manajemen dalam pelaksanaan proyek. Sebuah studi telah dilakukan untuk mengatasi masalah percepatan durasi aktivitas sebagai langkah antisipasi keterlambatan proyek, dengan analisa “*what if* “ yang diterapkan pada jadwal CPM. Percepatan durasi dilakukan pada aktivitas-aktivitas pengikut dengan menambah jumlah jam kerja dan jumlah pekerja pada aktivitas percepatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Ari Sandyavitri (2008) dengan judul Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi, bertujuan untuk Pengendalian dampak perubahan Desain. Dimana perubahan signifikan pada struktur desain disaat fase konstruksi dapat berakibat fatal pada peningkatan biaya dan waktu pelaksanaan proyek. Perubahan desain struktur atap memicu dampak kumulatif dari pelaksanaan aktivitas pembangunan berupa perubahan dimensi rangka baja atap, struktur plafon, instalasi listrik dan perkabelan dan penempatan ventilasi udara. Sebagai konsekuensinya proyek ini mengalami kelambatan sampai 65 hari dan peningkatan biaya sampai 29 % dari

total biaya (dari Rp. 57 miliar menjadi Rp. 73,3 miliar). Secara teoritis untuk mengurangi dampak keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek dapat diusulkan 4 (empat) metode pengendalian; (i) manajemen kerja lembur; (ii) Kerja bergantian; (iii) tambah tenaga baru; dan (iv) pemindahan sebahagian tenaga dari kegiatan lain kerja bergiliran.

Penelitian yang dilakukan oleh Lutfi Yusriansyah (2013) dengan judul Evaluasi Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jalan dengan Penambahan Jam Kerja dan Alat Kerja Menggunakan Metode *Crashing* (Studi Kasus Proyek Peningkatan Jalan Buduan – Bondowoso), bertujuan untuk mengevaluasi jadwal pekerjaan yang ada dengan melakukan percepatan menggunakan Metode *Crashing*. Pada pelaksanaan pekerjaan tersebut anggaran pekerjaan dibebankan pada tahun anggaran 2011 dan 2012, dengan bobot pekerjaan pada tahun 2011 sebesar 36,45 % dengan waktu pekerjaan 67 hari kalender, sementara berdasarkan jadwal yang disusun oleh kontraktor bobot pekerjaan sampai dengan akhir tahun 2011 adalah 4,157 %. Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi terhadap jadwal pekerjaan yang ada dengan melakukan percepatan menggunakan Metode *Crashing*, yaitu dengan penambahan jam kerja dan alat berat, agar bobot pekerjaan sesuai dengan tahun anggaran 2011 dapat terpenuhi. Analisis dilakukan pada pekerjaan yang termasuk lintasan kritis. Tahapan analisis dilakukan dengan penambahan jam kerja dari 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam, dan penambahan alat kerja. Dari hasil beberapa tahapan analisis dengan metode *crashing* di dapatkan waktu total penyelesaian pekerjaan sesuai dengan penggunaan anggaran tahun 2011 adalah 169 hari, dengan penambahan 2 jam lembur, dan 2 unit alat berat

(*excavator*), dan biaya total pekerjaan adalah sebesar Rp. 10.672.701.234,78,- (PPN).

Penelitian yang dilakukan oleh Syahrul Anam Baidowi (2014) dengan judul Evaluasi Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Makbul di Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang, bertujuan untuk mendapatkan jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dari hasil evaluasi pekerjaan dan mendapatkan lama waktu penyelesaian pekerjaan dari hasil evaluasi pekerjaan. Dengan menggunakan diagram network dan peta waktu dari metode CPM, didapatkan hasil jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan peningkatan Ruas Jalan Makbul di Kecamatan Sampang adalah 991 orang, dengan tenaga kerja maksimum sebesar 113 orang pada minggu ke 9, dan setelah dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur untuk evaluasi jadwal pelaksanaan pekerjaan peningkatan ruas Jalan Makbul di Kecamatan Sampang Kabupaten Samapang dapat diselesaikan selama 112 hari dapat dipercepat 8 hari atau 6,67 % dibandingkan dengan waktu jadwal awal pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan selama 120 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Sugeng Dwi Hartantyo (2015) dengan judul Studi Pelaksanaan Pekerjaan Lapisan Permukaan (*Surface*) AC-Base, AC-BC, dan AC-WC pada proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Ruas Widang – Gresik – Surabaya, bertujuan untuk mengetahui proses pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan (*surface*) pada proyek pembangunan jalan ruas Widang-Gresik-Surabaya dan mengetahui perbedaan karakteristik antara lapis AC-Base, AC-BC, dan AC-WC berdasarkan proporsi campurannya (*mix design*).

Hasil dari studi lapangan menyebutkan bahwa: (1) Proses pelaksanaan pembangunan jalan pada Ruas Widang – Gresik – Surabaya meliputi survei, pembongkaran jalan lama, penyiapan badan jalan, pemasangan *geotextile*, pekerjaan lapis pondasi agregat, dan pekerjaan pengaspalan; (2) Merupakan proyek peningkatan jalan yang proses pengerjaannya menggunakan system Join Operation (JO); (3) Karena Struktur tanah dasar atau tanah asli yang labil atau mengalami kembang susut yang relatif tinggi maka digunakan metode perbaikan dengan menggunakan *geotextile*; (4) Menggunakan desain 3 lapis timbunan yakni agregat pilihan (*selected material*) sedalam 35 cm, lalu agregat B sedalam 35 cm, dan terakhir agregat A sedalam 30 cm; (5) Untuk lapis permukaannya (*surface*) juga menggunakan 3 lapisan perkerasan yaitu AC-Base dengan ketebalan 8 cm, AC-BC dengan ketebalan yang sama yaitu 8 cm dan AC-WC dengan ketebalan yang lebih rendah yaitu 4 cm.

Pada penelitian ini penulis membahas keterlambatan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan penambahan jam kerja dan penambahan peralatan dengan ditampilkan dalam diagram *network planning*.

Tabel 2.1 *Roof Map*

No.	Nama Peneliti / Judul	Metode	Hasil
1.	Ariany Frederika (2010) Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil	<i>Microsoft Project</i> dengan melakukan <i>Crashing</i> untuk mendapatkan <i>Cost</i> <i>Slope</i> pada lintasan kritis Dilakukan analisis	Penambahan satu jam kerjadengan pengurangan biaya dan waktu sebesar Rp. 784.104,16 dan 8 hari.sedangkan waktu optimum

	Vol. 14 No. 2, Juli 2010	dengan metode <i>Time Cost Trade off Analysis</i>	pada penambahan 2 jam kerja dengan pengurangan waktu dan biaya sebesar 14 hari dan Rp. 700.377,35
2.	Ratna S.Alifen, Ruben S.Setiawan dan Andi Sunarto (1999) Anlisis “ What If” sebagai metodeantisipasi keterlambatan Durasi proyek. Dimensi Teknik Sipil Vol.1 No.2, Sepember 1999 : 103 - 113	Analisa <i>What If</i> pada metode jalur kritis (CPM)	Menambah Jumlah Jam Kerja dan Jumlah Pekerja pada Aktivitas Percepatan.
3.	Ari Sandyavitri (2008) Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi. Jurnal Teknik Sipil Vol.9 No.1, Oktober 2008 : 57 - 70	Pengaruh perubahan desain struktur atap terhadap waktu dan biaya.	Alternatif pemendekan durasi (i) Menambah jam kerja (ii) Kerja bergantian (iii) Penambahan tenaga kerja (iv) Pemindahan tenaga kerja dari kegiatan lain kerja bergiliran

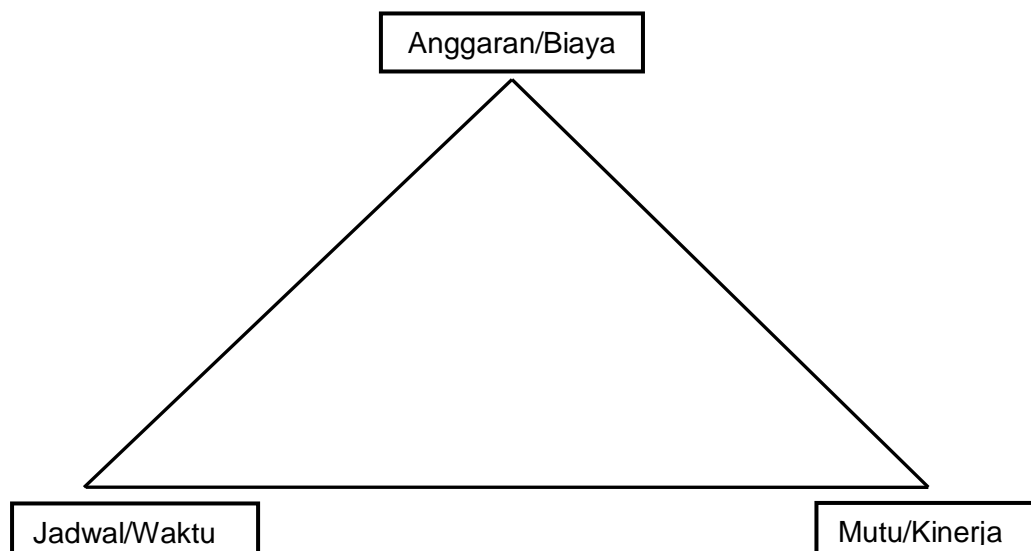
4.	Lutfi Yusriansyah (2013) dengan judul Evaluasi Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jalan dengan Penambahan Jam Kerja dan Alat Kerja Menggunakan Metode <i>Crashing</i> (Studi Kasus Proyek Peningkatan Jalan Buduan – Bondowoso) Jurnal	Percepatan dengan Metode <i>Crashing</i>	Penggunaan Anggaran Tahun 2011 adalah 169 hari kalender
5.	Syahrul Anam Baidowi (2014) Evaluasi Pekerjaan Peningkatan Ruas Jalan Makbul di Kecamatan Sampang Kabupaten Sampang	Mencari jumlah Tenaga Kerja dan lamanya waktu pelaksanaan pekerjaan	Jumlah tenaga kerja sebesar 991 orang dan waktu pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan selama 112 hari
6.	Sugeng Dwi Hartantyo (2015) Studi Pelaksanaan Pekerjaan Lapisan Permukaan (<i>Surface</i>) AC-Base, AC-BC, dan AC-WC pada proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan ruas Widang – Gresik – Surabaya	Perbedaan karakteristik antara lapis AC-Base, AC- BC dan AC-WC berdasarkan proporsi campurannya.	Karena struktur tanah dasar atau tanah asli yang labil atau mengalami kembang susut yang relatif lebih tinggi maka digunakan metode perbaikan tanah dengan menggunakan geotextile

7.	Peneliti (2016) Analisis Keterlambatan Pelaksanaan Pekerjaan dengan menambah jam kerja pada Paket Peningkatan Jalan G.Obos Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah	Penambahan jam kerja	Waktu Pelaksanaan sesuai dengan kontrak 210 hari.
----	--	----------------------	---

Sumber : Olahan Peneliti, 2016

2.2. Kegiatan Proyek

Kegiatan Proyek dapat di artikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu, dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk yang kriteria mutunya telah di gariskan dengan jelas. Dalam proses pencapaian tujuan tersebut ditentukan batasan, yaitu besarnya biaya yang dialokasi dan jadwal serta mutu yang harus di penuhi, yang di sebut sebagai tiga kendala (*Triple Constraint*).



Gambar 2.1 Tiga Kendala (*Triple Constraint*).

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik, yaitu jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu, yang selanjutnya mengakibatkan naiknya biaya melebihi anggaran sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

2.3 Alat Berat

2.3.1 Uraian Umum

Alat berat yang di kenal didalam ilmu Teknik Sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembuatan suatu konstruksi jalan, sehingga dapat dicapai mutu yang lebih sempurna dengan waktu penyelesaian yang relatif lebih singkat dan tepat waktu. Dengan kata lain, alat berat merupakan faktor penting didalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar yang khususnya memiliki kaitan yang erat dalam ilmu Teknik Sipil.

Penggunaan alat berat tidak akan tercapai secara maksimal tujuannya apabila kita tidak dapat menggunakan fungsi dari alat itu sesuai dengan kegunaannya. Untuk mempersiapkan/ menyediakan alat-alat berat perlu memperhatikan hal sebagai berikut :

a. Jenis alat berat

Ditentukan oleh pekerjaan-pekerjaan apa yang dilaksanakan.

b. Jumlah alat

Ditentukan dari volume pekerjaan dan berapa lama waktu pekerjaan itu dapat diselesaikan.

c. Tenaga terampil/terlatih

Apabila tenaga kurang terlatih maka hasil pekerjaan dan berapa lama waktu pekerjaan itu dapat diselesaikan.

d. Kondisi alat

Kondisi alat juga menentukan untuk kelangsungan pekerjaan. Maka dari itu, harus diadakan pengontrolan bagi alat-alat yang akan digunakan sebelumnya.

2.3.2 Kebutuhan Alat Berat

a. Jenis dan Spesifikasi Alat Berat yang digunakan

Peralatan konstruksi merupakan salah satu sumber daya proyek yang penting untuk mendukung tujuan utama proyek, sehingga diperlukan ketepatan memilih dan menggunakan peralatan, alat-alat berat agar sesuai dengan spesifikasi pekerjaannya.

Peralatan dapat diklasifikasikan berdasarkan:

1) Sistem Pengoperasian

Berdasarkan sistem pengoperasiannya sebagai berikut:

- a) Peralatan yang dioperasikan secara manual memerlukan perhatian operator secara terus menerus.
- b) Peralatan semi otomatis, operator dapat mengoperasikan lebih dari satu mesin secara bersamaan.
- c) Peralatan otomatis penuh, mesin-mesin beroperasi secara terus menerus (siklus berulang) sehingga operator hanya mengawasi kelompok mesin.

2) Standarisasi Unit Mesin

Berdasarkan standarisasi unit mesin sebagai berikut :

- a) Peralatan standar, diproduksi dalam jumlah besar untuk memenuhi pemakai secara luas.
- b) Peralatan khusus, diproduksi khusus untuk suatu jenis proyek atau operasi tertentu.

3) Fungsi Peralatan

Berdasarkan fungsinya sebagai berikut:

- a) Sumber tenaga (*Power units*)
 - 1] Motor bakar (*Internal combustion engines*)
 - 2] Generator listrik (*Electric generator*)
 - 3] Pompa hidrolis
 - 4] Kompresor udara
 - 5] Ketel uap
- b) Penggerak mula (*Prime movers*)
 - 1] Penggerak mula pada *mobile equipment*
 - 2] Penggerak mula pada *stationary equipment*
 - 3] Penggerak mula pada *notself-propelled equipment*

4) Cara Operasi Peralatan

Berdasarkan cara operasinya sebagai berikut :

- a) Peralatan untuk menggali (*Excavator equipment*)

Merupakan kelompok peralatan yang digunakan untuk menggali tanah dan batuan.

b) Peralatan untuk mengangkat material:

- 1] Alat untuk mengangkat material secara vertikal kemudian memindahkan secara horizontal.
- 2] Alat untuk memindahkan material lepas dan material hasil pemrosesan seperti tanah, pasir, dan beton basah.

c) Peralatan untuk memproses material.

Digunakan untuk menghasilkan agregat bergradasi dari batuan alami dan *gravel*, serta untuk mencampur beberapa material sehingga menghasilkan *soilcement*, beton atau material perkerasan. Peralatan untuk memproses agregat seperti *feeders* dan peralatan untuk mencampur agregat seperti *storagebins*, *Asphalt Mixing Plant*.

d) Peralatan untuk menghampar dan memproses akhir material.

Contoh: *Asphalt Finisher*

2.3.3 Pemilihan Peralatan

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan didalam pelaksanaan (Rostiyanti,2002).

2.3.4 Waktu Pelaksanaan

Dalam suatu proyek pekerjaan kesuksesan kegiatan proyek di tentukan oleh waktu pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Waktu pelaksanaan didapat dari koefisien peralatan dikali dengan volume pekerjaan.

$$T = \text{Koefisien alat} \times \text{Volume (jam / hari)} \quad (1)$$

2.4 Penjadualan Jaringan Kerja

Setelah selesai tahap perhitungan koefisien peralatan maka akan didapat waktu pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Tahap selanjutnya melakukan penjadualan jaringan kerja.

Penjadualan merupakan fase menterjemahkan suatu perencanaan kedalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu (Nugraha dkk, 1986).

Pemantauan proyek secara berkelanjutan akan memberikan gambaran kinerja proyek dan berguna dalam mengidentifikasi area-area mana saja yang memerlukan perhatian lebih atau memerlukan mitigasi yang sesuai terhadap deviasi dan perubahan yang terjadi dari rencana atau kontrak. Untuk dapat menerapkan metode dan teknik pengendalian tersebut diperlukan alat bantu atau alat kendali seperti : Kurva-S, Dagram Balok, dan Diagram Jaringan Kerja (Pastiarsa, 2015).

Penjadualan digunakan untuk menggambarkan proses dalam dalam proyek konstruksi dan merupakan bagian dari perencanaan. (Ervianto, 2003)

Penjadualan adalah suatu tindakan untuk menentukan waktu kegiatan, penjadualan dan juga termasuk didalamnya pencatatan dan pengendalian proyek

dengan menggunakan perencanaan dan penganggaran sebagai alat manajemen proyek (Oetumo, 2014). Penjadualan adalah waktu yang direncanakan untuk kegiatan proyek, dimana penjadualan waktu, jauh lebih penting daripada operasional proyek yang sedang berjalan. Setelah tahapan penjadualan selanjutnya masuk ketahapan jaringan kerja. Dalam jaringan kerja terdapat beberapa istilah yang sering digunakan, antara lain :

1. Aktivitas (*Activity*)

Aktivitas adalah sebuah kegiatan atau rangkaian banyak kegiatan yang menggunakan sumberdaya, dan waktu untuk dapat menyelesaikan proyek. Kegiatan tersebut digambarkan dengan anak panah (*arrow*) dimulai dari arah kiri dan berakhir di kanan, condong kekanan, keatas atau kebawah. Untuk membentuk diagram jaringan kerja agar diagram jaringan kerja tersebut dapat dipahami maka harus merupakan kumpulan dari kegiatan-kegiatan.

2. Peristiwa (*Event*)

Peristiwa adalah hasil dari penyelesaian satu atau lebih kegiatan yaitu dengan melakukan pengindentifikasian kejadian pada fakta waktu. Peristiwa digambarkan dengan lingkaran atau busur (*arc-node*) yang terletak di awal kegiatan dan diakhir kegiatan. Peristiwa tidak mempunyai kurun waktu dan menitikberatkan (*merely point*) pada jaringan kerja sehingga keadaan dari sistem tersebut dapat dikenali.

3. Jaringan kerja (*Network*)

Jaringan kerja adalah kombinasi dari semua kegiatan, adalah kegiatan dimana lingkup proyek dipecah-pecah menjadi kegiatan-kegiatan yang menjadi komponennya. Jaringan kerja adalah merupakan hubungan kegiatan dimana diantaranya adalah mempunyai ketergantungan. Kegiatan tersebut mempunyai sifat-sifat: mempunyai waktu dan sumberdaya, mempunyai waktu mulai dan waktu berakhir, dapat berdiri sendiri atau dikelompokkan menjadi paket.

4. Kegiatan pendahulu (*Predecessor*)

Kegiatan pendahulu adalah kegiatan yang mendahului kegiatan yang diamati atau kegiatan sebelumnya. Kegiatan pendahulu adalah kegiatan yang telah selesai pada saat membahas kegiatan sekarang, atau kegiatan sekarang dapat dimulai setelah kegiatan pendahulu selesai dikerjakan. Dalam setiap diagram jaringan kerja pasti ada kegiatan pendahulu kecuali pada saat dimulai proyek.

5. Kegiatan penghasil (*Successor*)

Kegiatan penghasil adalah kegiatan yang mengikuti kegiatan yang diamati atau kegiatan sesudahnya. Kegiatan penghasil adalah kegiatan yang akan dikerjakan setelah kegiatan sekarang selesai dilakukan atau setelah kegiatan sekarang selesai dikerjakan, maka baru dimulai mengerjakan kegiatan penghasil. Setiap diagram jaringan kerja pasti ada kegiatan pendahulu kecuali pada akhir kegiatan proyek.

6. Jalur (*Path*)

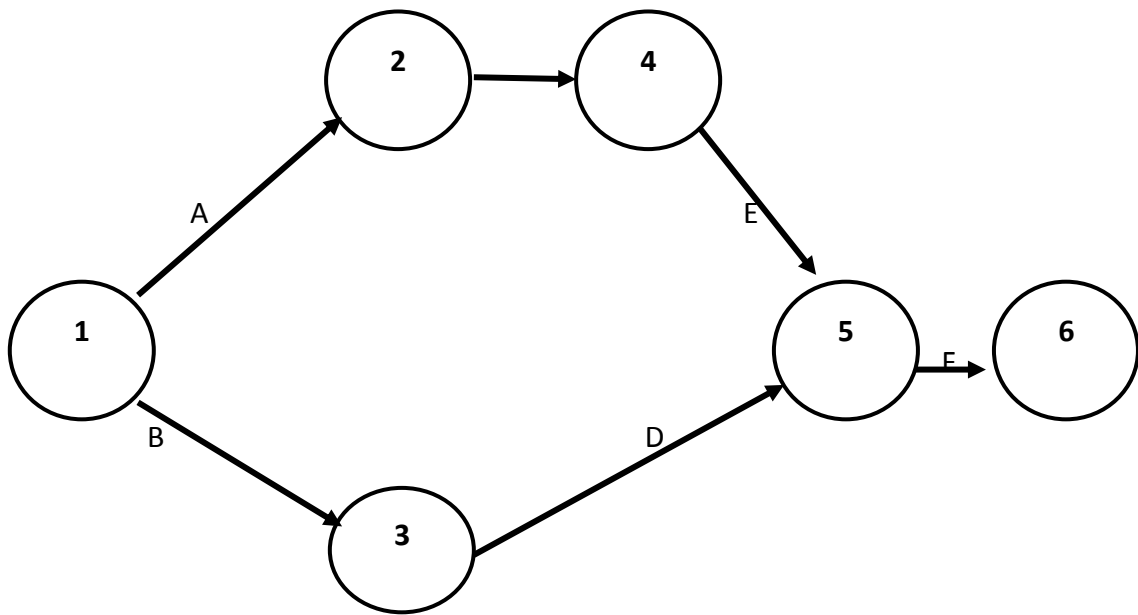
Jalur adalah rangkaian hubungan kegiatan atau peristiwa antara yang mana saja dalam dua peristiwa di dalam sebuah jaringan kerja. Setiap kegiatan yang dihubungkan dengan peristiwa adalah jalur dan dalam diagram jaringan kerja terdapat banyak jalur. Kegiatan tersebut mempunyai kurun waktu, waktu di mulai sampai waktu diakhiri, waktu tersebut dijumlahkan yang akan menjadi lingkup kegiatan proyek.

7. Jalur Kritis (*Critical Path*)

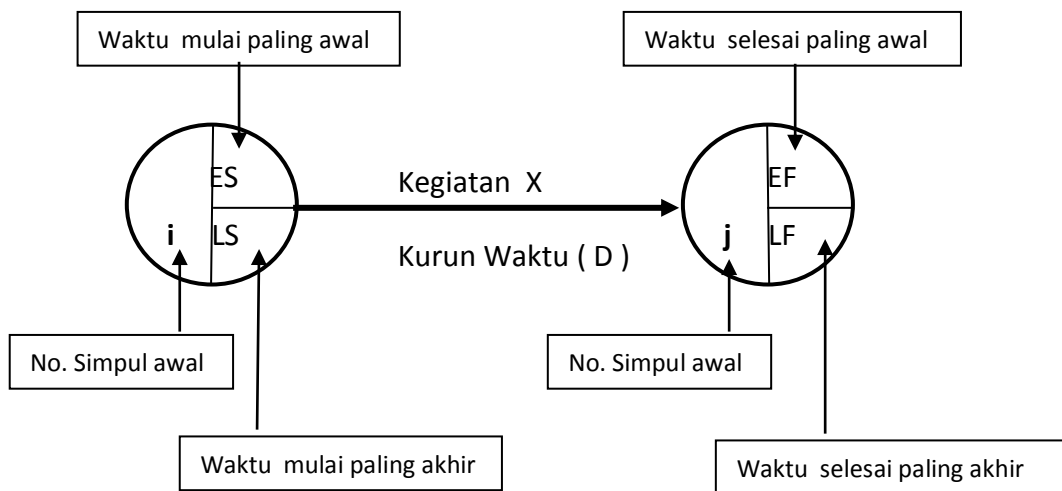
Jalur kritis adalah kegiatan atau peristiwa atau jalur dimana apabila terlambat atau terlambat pula penyelesaian proyek. Jalur kritis berarti bahwa urutan kegiatan kritis dan peristiwa kritis yang menghubungkan dimulai peristiwa sampai akhir peristiwa proyek atau waktu terpanjang dari seluruh urutan kegiatan. Lintasan kritis adalah waktu terpanjang dalam kegiatan proyek yang dihitung dari mulainya proyek sampai dengan selesainya proyek.

8. Dummy

Dummy adalah menggambarkan ketergantungan antara dua kegiatan dari kegiatan pendahulu dengan kegiatan penghasil dan antara kegiatan pendahulu dengan kegiatan penghasil tidak memerlukan sumberdaya dan waktu. Kegiatan dummy dibutuhkan untuk menunjukkan bahwa kegiatan penghasil didahului oleh kegiatan pendahulu. Sebagai tanda bahwa dummy maka anak panah di gambarkan garis terputus.



Gambar 2.2. Diagram Jaringan Kerja Sederhana



Gambar 2.3. Kegiatan, Peristiwa i dan Peristiwa j

ES (*Earliest Start Time*) adalah waktu mulai paling awal suatu kegiatan yang berarti bahwa waktu (jam, hari, minggu, bulan, tahun) dimana paling awal kegiatan di mulai atau kegiatan pendahulu telah selesai dan kegiatan penghasil dapat dimulai. Kegiatan waktu ES dimana tanpa kegiatan pendahulu adalah terjadi pada peristiwa pertama, dimana proyek dilaksanakan pada hari pertama untuk

bekerja. Kegiatan waktu ES dengan satu kegiatan pendahulu ditentukan dari waktu EF dari kegiatan pendahulu atau $EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j)$

EF (*Earliest Finish Time*) adalah waktu selesai paling awal suatu kegiatan yang berarti bahwa apabila hanya ada satu kegiatan pendahulu, maka EF suatu kegiatan pendahulu yang merupakan kegiatan berikutnya dari ES. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan EF adalah dihitung sebagai penjumlahan waktu mulai paling ES dengan kurun waktu yang bersangkutan D atau $EF = ES + D$ dalam unit waktu (jam, hari, minggu, bulan, tahun). Apabila suatu kegiatan memiliki lebih dari satu kegiatan pendahulu yang menggabung maka ES dipilih yang terbesar dari ES lainnya.

LS (*Latest Start Time*) adalah waktu mulai paling akhir suatu kegiatan yang berarti bahwa waktu (jam, hari, minggu, bulan, tahun) paling akhir boleh dimulai tanpa memperlambat seluruh kegiatan proyek. Kegiatan dapat dimulai atau diakhiri tanpa penundaan dalam menyelesaikan proyek. Untuk mengetahui waktu berharga maka manajer proyek harus membuat keputusan penjadualan sumberdaya yang dapat mempengaruhi tanggal penyelesaian. $LS = LF - D$.

LF (*Latest Finish Time*) adalah waktu selesai paling akhir suatu kegiatan yang berarti bahwa waktu (jam, hari, minggu, bulan, tahun) tersebut tanpa memperlambat seluruh kegiatan proyek. Dimana kegiatan dapat dimulai atau diakhiri tanpa harus penundaan dalam menyelesaikan proyek. Untuk mengetahui waktu adalah berharga maka manajer proyek harus membuat keputusan penjadualan sumberdaya yang dapat mempengaruhi tanggal penyelesaian.

D (*Duration Time*) adalah kurun waktu kegiatan merupakan kurun waktu atau selisih waktu yang harus dinyatakan diantara besaran ES atau LS dengan EF atau LF.

2.5 Definisi Jalan

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang sangat vital bagi pertumbuhan ekonomi dan sosial masyarakatnya. Transportasi darat yang didukung oleh jaringan jalan, berfungsi sebagai fasilitas fisik infrastruktur bagi kepentingan masyarakatnya.

Jalan raya adalah jalan utama yang menghubungkan satu kawasan dengan kawasan lain. Biasanya jalan besar ini mempunyai ciri-ciri berikut : (Direktorat Jendral Bina Marga, 1992)

1. Digunakan untuk kendaraan bermotor
2. Digunakan oleh masyarakat umum
3. Dibiayai oleh perusahaan negara
4. Penggunaannya diatur oleh undang-undang pengangkutan

Keberadaan infrastruktur jalan yang baik serta lancar untuk dilalui penting perannya dalam mengalirkan pergerakan komoditas yang selanjutnya akan mampu menggerakkan perkembangan peri kehidupan sosial dan meningkatkan kemampuan ekonomi masyarakat.

Peran dari pentingnya sarana jalan tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan yang diatur dalam Bab II Pasal 3 ayat 2 di sebut kan bahwa Pengadaaan jalan diarahkan untuk memperkokoh kesatuan wilayah nasional sehingga menjangkau daerah terpencil. Berdasarkan isi pasal

tersebut diartikan bahwa pembangunan jalan diarahkan serta dimaksudkan untuk membebaskan daerah tertentu dari keterisolasiiran, yang bertujuan untuk memberikan kesempatan pergerakan manusia, barang dan jasa semakin tinggi intensitasnya.

2.5.1 Klasifikasi Jalan dan Tingkat Pelayanan

Secara objektif baik desain perkerasan maupun pemeliharaan berguna untuk menjamin atau memastikan bahwa suatu perkerasan dapat memberikan pelayanan yang cukup memuaskan bagi pengguna jalan. Untuk kerja dari perkerasan diukur dalam kaitannya dengan kualitas yang disediakan dan pelayanan yang diberikan sampai pada suatu tingkat dimana pelayanan masih bisa ditolerir. Klasifikasi jalan berdasarkan tingkat pelayanan, ditentukan sebagai berikut (Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, 2009):

- a. Jalan dengan tingkat pelayanan mantap adalah ruas-ruas jalan dengan umur rencana yang dapat diperhitungkan serta mengikuti suatu standar perencanaan teknis. Termasuk kedalam tingkat pelayanan mantap adalah jalan-jalan dalam kondisi baik dan sedang.
- b. Jalan tidak mantap adalah ruas-ruas jalan yang dalam kenyataan sehari-hari masih berfungsi melayani lalu lintas, tetapi tidak dapat diperhitungkan umur rencana serta tidak mengikuti standar perencanaan teknis. Termasuk kedalam tingkat pelayanan tidak mantap adalah jalan-jalan dalam kondisi rusak ringan.
- c. Jalan kritis adalah ruas-ruas jalan sudah tidak dapat lagi berfungsi melayani lalu lintas atau dalam keadaan putus. Termasuk kedalam tingkat pelayanan kritis adalah jalan-jalan dengan kondisi rusak berat.

Klasifikasi jalan berdasarkan tingkat kondisi jalan adalah sebagai berikut :

- a. Jalan dalam kondisi baik adalah jalan dengan permukaan yang benar-benar rata, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan permukaan jalan.
- b. Jalan dalam kondisi sedang adalah jalan dengan kerataan permukaan perkerasan sedang, tidak ada gelombang dan tidak ada kerusakan.
- c. Jalan dalam kondisi rusak ringan adalah jalan dengan permukaan sudah mulai bergelombang, mulai ada kerusakan permukaan dan penambalan.
- d. Jalan dalam kondisi rusak berat adalah jalan dengan permukaan perkerasan sudah banyak kerusakan seperti gelombang, retak-retak buaya dan terkelupas yang cukup besar, disertai kerusakan pondasi seperti amblas, dan sebagainya.

2.5.2 Klasifikasi Jalan menurut Wewenang Pembinaan

Jaringan jalan dikelompokkan menurut wewenang pembinaan, (Saodang, Hamirhan 2010 Konstruksi Jalan Raya) terdiri dari:

1. Jalan Nasional
 - a. Jalan Arteri Primer
 - b. Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota Propinsi
 - c. Jalan selain dari yang termasuk arteri, kolektor primer, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan Nasional, yakni jalan yang tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi, tapi mempunyai peranan menjamin kesatuan dan keutuhan nasional, melayani daerah-daerah yang rawan dan lain lain .

2. Jalan Propinsi

- a. Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten / kota
- b. Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota kabupaten/kota.
- c. Jalan selain dari yang disebut diatas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan propinsi, yakni jalan yang biarpun tidak dominan terhadap perkembangan ekonomi, tapi mempunyai peranan tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintah yang baik dalam Pemerintahan Daerah Tingkat I dan terpenuhinya kebutuhan-kebutuhan sosial lainnya.
- d. Jalan dalam Daerah Khusus Ibukota Jakarta, kecuali jalan yang termasuk Jalan Nasional.

3. Jalan Kabupaten

- a. Jalan Kolektor Primer, yang tidak termasuk dalam kelompok Jalan Nasional dan kelompok Jalan Propinsi.
- b. Jalan Lokal Primer
- c. Jalan Sekunder lain, selain sebagaimana dimaksud sebagai Jalan Nasional, dan Jalan Propinsi.
- d. Jalan selain dari yang disebutkan diatas, yang mempunyai nilai strategis terhadap kepentingan kabupaten, yakni jalan yang walaupun tidak dominan terhadap pengembangan ekonomi, tapi mempunyai peranan

tertentu dalam menjamin terselenggaranya pemerintahan dalam Pemerintah Daerah.

4. Jalan Kota

Jaringan jalan sekunder di dalam Kota

5. Jalan Desa.

2.5.3 Jenis Kerusakan Jalan

Kerusakan yang terjadi dipermukaan atas jalan dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Retak (*Cracking*)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas (Depkipraswil,2003):

- a. Retak rambut (*Hair Cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm. Penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik,tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak rambut ini dapat meresapkan air ke dalam lapisan permukaan. Untuk pemeliharaan dapat dipergunakan lapis latasir atau buras. Dalam tahap perbaikan sebaiknya dilengkapi dengan perbaikan sistem drainase. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak buaya.
- b. Retak kulit buaya (*Aligator Cracking*), lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan dibawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam

keadaan jenuh air (air tanah naik). Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir.

- c. Retak pinggir (*Edge Cracking*), retak memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* dibawah dasar tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan juga dapat menjadi penyebab terjadinya retak pinggir ini. Dilokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapis permukaan. Retak ini lama kelamaan akan bertambah besar disertai dengan terjadinya lubang-lubang.
- d. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*Edge Join Cracking*), retak memanjang umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase dibawah bahu jalan lebih buruk daripada di bawah permukaan, terjadinya *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk / kendaraan berat di bahu jalan.
- e. Retak sambungan jalan (*Lame Join Cracking*), retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya sambungan kedua lajur. Jika tidak diperbaiki, retak dapat berkembang menjadi

lebar karena terlepasnya butir-butir pada tepi retak dan meresapnya air ke dalam lapisan.

- f. Retak sambungan pelebaran jalan (*Widening Cracking*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya dukung dibawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan tidak baik. Jika tidak diperbaiki, air dapat meresap masuk ke dalam lapisan perkerasan melalui celah-celah, butir-butir dapat lepas dan retak bertambah besar.
- g. Retak refleksi (*Reflection Cracking*), retak memanjang, melintang diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*Overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan overlay dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi jika terjadi gerakan vertikal / horisontal dibawah lapisan tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansif.
- h. Retak susut (*Shrinkage Cracking*), retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.
- i. Retak selip (*Slippage Cracking*), retak yang bentuknya seperti bulan sabit. Hal ini disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya

debu,minyak, air, atau benda non adhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya *tack coat* sebagai bahan pengikat diantara kedua lapisan. Retak selip pun dapat terjadi terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan. Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan menggantinya dengan lapisan yang lebih baik.

2. Cacat Permukaan (*Disintegrastion*)

Cacat permukaan biasanya mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

- a. Lubang (*Potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air kedalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Lubang dapat terjadi akibat :

1. Campuran Material lapis permukaan jelek seperti:
 - Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas
 - Agregat kotor ikatan antara aspal dengan agregat tidak baik
 - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
2. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
3. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis permukaan.

4. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.
- b. Pelepasan butir (*Raveling*), dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek, serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memperbaiki lapisan tambahan diatas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan.
- c. Pengelupasan lapisan permukaan (*Stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan. Dapat diperbaiki dengan cara digaruk, diratakan, dan dipadatkan. Setelah itu dilapis dengan buras.

3. Kegemukan (*Beeding or Flushing*)

Permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda, berbahaya bagi kendaraan. Kegemukan (*Blending*) dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan prime coat atau tackcoat. Hal ini dapat diatasi dengan menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan, atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup.

2.6 Konstruksi Perkerasan Jalan dengan Bahan Aspal

Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan dengan Bahan Aspal terdapat beberapa jenis (Ir. Soeharto (2014), Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam

Konstruksi Perkerasan Jalan) :

1. Burtu (Labur Satu)

Burtu adalah konstruksi perkerasan jalan yang paling sederhana, hanya melaburkan satu lapis semprotan aspal (menggunakan *hand spray* atau asphalt distributor, bahkan ada yang karena terpaksa menggunakan kaleng biskuit “ Khong Guan “ yang dilubangi dasarnya) pada permukaan agregat yang sudah dipadatkan dan dibersihkan. Sebelum aspal tadi dingin, taburkan batu-batu pecah ukuran kecil (chips, diameter 1 cm, ditaburkan dengan pengki atau agregat spreader), sehingga batu-batu pecah tersebut melekat erat pada aspal dan siap untuk menjadi lapisan permukaan jalan yang tahan abrasi dan tahan terobosan air. Pada zaman Belanda, perkerasan dengan lapis burtu sampai dengan penetrasi macadam disyaratkan agar dipinggir jalan ditanami pohon-pohon pelindung agar aspal tidak menjadi lunak karena pancaran sinar matahari langsung yang dapat mengakibatkan aspal meleleh dan menempel di ban mobil (*bleeding*), karena waktu itu hanya dikenal aspal biasa dengan titik leleh 48-50°C tanpa campuran bahan lain, filler pun tidak, sehingga mudah sekali melunak di bawah sinar matahari tropis, dengan suhu permukaan jalan di sekitar 55°C.

2. Burda (Labur Dua)

Burda adalah konstruksi perkerasan jalan yang menggunakan dua kali pelaburan aspal (dua kali semprotan aspal dan taburan batu pecah) di atas lapis agregat yang telah dipadatkan. Dibanding Burtu, tentu Burda

lebih tebal dan lebih awet, tetapi pada dasarnya sama saja, tetap memerlukan perlindungan pohon besar di tepi jalan agar aspal tidak meleleh dan daya ikatnya hilang.

3. Penetrasi Macadam

Penetrasi Macadam adalah lapis perkerasan berupa lapis batu pecah ukuran 5-7 cm, ditutup dengan lapis batu pecah berukuran 2-3 cm yang masing-masing telah dipadatkan, kemudian disemprotkan aspal, lalu ditaburkan batu yang berukuran 1 cm dan pasir sebagai pengunci dan dipadatkan hingga tidak bergerak lagi. Seperti halnya burtu dan burda, aspal yang disemprotkan akan tetap lunak, cair dan lengket, sehingga perlu ditaburkan pasir di atasnya (blotter material) agar mengering dan tidak lagi menempel ke ban mobil. Teknologi fondasi Macadam (dahulu disebut McAdam pavement) adalah satu langkah lebih maju dari teknologi sebelumnya, yaitu *Telford foundation* yang mengandalkan kemampuan batu-batu ukuran 20 sampai dengan 30 cm hasil pecah tangan dikunci dengan batu lebih kecil, untuk menyebarkan beban roda kendaraan ke tanah dasar yang lebih lunak. Fondasi Telford ditutup dengan batu-batu pecah yang lebih kecil, sehingga badan jalan berangsur-angsur menjadi lebih rata, dimana lapis terakhir adalah penetrasi macadam. Disini fungsi aspal semata-mata hanya sebagai material pencegah air menerobos masuk ke tanah dasar. Besarnya rongga antar batuan (*voids* hingga 25 %), tipisnya lapis aspal dan sifat aspal yang tidak tahan panas menyebabkan konstruksi penetrasi macadam ini berumur pendek, memerlukan penyemprotan

aspal ulang karena tergerus roda kendaraan, *bleeding* dan *ageing* (pelapukan) kena sinar matahari.

4. Beton Aspal

Beton Aspal adalah teknologi pelapisan aspal dengan cara mencampur terlebih dahulu agregat dengan aspal pada temperatur panas (dingin, menggunakan aspal emulsi), kemudian baru di gelar dalam kondisi panas atau dingin dan dipadatkan hingga mencapai kepadatan tertentu. Bila pemedatan telah selesai dan suhu permukaan telah berada di bawah 60°C, baru boleh dibuka untuk lalu lintas umum. Dibandingkan dengan jenis konstruksi sebelumnya, beton aspal mempunyai banyak keuntungan, antara lain pelaksanaan pekerjaan akan lebih cepat, kepadatan lapisan mudah tercapai, aspal akan meningkat sifat tahan terhadap panasnya karena tercampur dengan filler (Van Dormon 1953), lebih hemat pemakaian aspalnya karena berbentuk lapis film tipis di permukaan batuan, dan mampu membentuk kerataan permukaan yang dapat diandalkan untuk jalan-jalan yang digunakan untuk kecepatan tinggi. Lapis beton aspal yang seharusnya baru dibutuhkan untuk jalan dengan lalu lintas padat akhirnya menjadi simbol kemajuan zaman, sehingga daerah yang masih sepi pun sering memaksakan diri menggunakan konstruksi beton aspal, meskipun kebutuhan lalu lintasnya masih dapat menggunakan jenis konstruksi yang lebih sederhana. Teknologi beton aspal membutuhkan investasi mesin yang mahal, SDM yang terlatih, dan proyek yang berkesinambungan agar penggunaan mesin tersebut dapat mengembalikan mahalnya biaya investasi yang telah dikeluarkan.

5. Beton Aspal Lapis Aus (*AC Wearing Course*)

AC Wearing Course adalah lapis beton aspal untuk permukaan jalan, biasanya tidak terlalu tebal, sekitar 5 cm, sebagai lapis aus sekaligus sebagai lapis penutup, seyogianya bersifat lentur untuk dapat menerima gerakan lapis di bawahnya tanpa mengalami retak. Ditinjau dari penggunaan material aspal, maka aspal yang digunakan harus dari jenis yang tahan panas (panas permukaan jalan bisa sampai 70°C), karena terletak pada posisi paling atas agar tidak mudah melunak (*bleeding*) dan *bulging* (berubah bentuk , jembul, bergelombang, terlihat secara visual pada marka jalan yang bengkok), tidak mudah timbul retak yang dapat menyebabkan bocor air, dan tidak mudah terjadi lepas butir (kehilangan daya lengket).

6. Beton Aspal *Sand Sheet*

Beton aspal *sand sheet* adalah beton aspal campuran panas (tebal 2-4 cm) dengan batuan pasir, biasanya digunakan untuk menutup permukaan jalan lama supaya rata dan mempunyai kekasaran tertentu, atau untuk jalan lingkungan terbatas, misalnya di kompleks perumahan. *Sand Sheet* bersifat seperti “ mastik aspal “, dimana kekuatan aspal, butir pasir, dan filler, bukan seperti pada konsep kontak antar butir agregat. Banyak kegagalan *sand sheet* akibat terburai (kurang aspal atau aspal kehilangan daya lengket) atau *bulging* (menggelombang), aspal terlalu banyak di samping karena tidak tahan panas.

7. Beton Aspal HRS (*Hot Rolled Sheet*)

Beton aspal HRS adalah beton aspal dengan gradasi senjang, merupakan modifikasi dari teknologi HRA (*Hot Rolled Asphalt*, BS 594) dari Inggris,

yang dikenalkan ke Indonesia pada tahun 1980, dengan alasan untuk mencegah terjadinya lubang-lubang pada jalan raya akibat kebijakan menggunakan gradasi menerus model AASHTO pada spesifikasi proyek bantuan World Bank pada tahun 1970.