

SKRIPSI

**STUDI ALTERNATIF JENIS PERKERASAN JALAN PADA
TERUSAN URIP SUMOHARJO DILIHAT DARI SEGI BIAYA
DAN UMUR RENCANA
(STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TERUSAN URIP
SUMOHARJO DI MAKASSAR)**



Disusun Oleh :

YULIAN RIZKY AZWAR

05.21.046

**JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2011**

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**STUDI ALTERNATIF PERKERASAN JALAN PADA TERUSAN URIP
SUMOHARJO DI LIHAT DARI SEGI BIAYA DAN UMUR RENCANA**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Sipil (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh :
YULIAN RIZKY AZWAR
05. 21. 046**

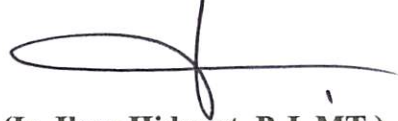
Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



(Ir. H. Edi Hargono D.P, MS)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Ibnu Hidayat. P.J, MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. Hirijanto, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2011

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI ALTERNATIF PERKERASAN JALAN PADA TERUSAN URIP
SUMOHARJO DI LIHAT DARI SEGI BIAYA DAN UMUR RENCANA**

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada hari : Rabu

Tanggal : 24 Agustus 2011

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

YULIAN RIZKY AZWAR

05. 21. 046

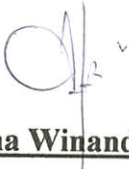
Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir.H. Hirijanto, MT.)

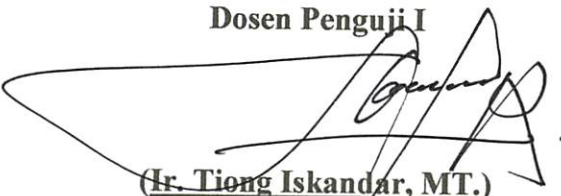
Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT.)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. Tiang Iskandar, MT.)

Dosen Penguji II



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : **YULIAN RIZKY AZWAR**

Nim : **05. 21. 046**

Program Studi : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya skripsi yang berjudul :

“STUDI ALTERNATIF PERKERASAN JALAN PADA TERUSAN URIP SUMOHARJO DI LIHAT DARI SEGI BIAYA DAN UMUR RENCANA”

Adalah tugas akhir saya sendiri bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyandur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya

Malang, Agustus 2011

Yang Membuat Pernyataan



(YULIAN RIZKY AZWAR)

ABSTRAKSI

Yulian Rizky Azwar, 2011, Studi Alternatif Jenis Perkerasan Jalan Pada Terusan Urip Sumoharjo Kota Makassar Dilihat dari Segi Biaya dan Umur Rencana, Dosen Pembimbing I :Ir. H. Edi Hargono D.P.,MS, Dosen Pembimbing II : Ir. H. Ibnu Hidayat. P. J., MT.

Hasil dari sejumlah studi yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa besarnya biaya pengoperasian kendaraan tergantung dari kondisi permukaan jalan raya, lingkungan dan strategi pemeliharannya. Dengan adanya beberapa alternatif perkerasan diharapkan dapat memberikan hasil tipe perkerasan yang optimal serta efisien dari segi biaya (Aspek Biaya) dan kekuatan perkerasan jalan (Aspek teknis), sehingga mampu melayani para pengguna jalan hingga mencapai umur rencananya.

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data primer maupun sekunder melalui literatur maupun internet guna untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan pemilihan alternatif tipe perkerasan yang efisien dengan menggunakan metode Present Value dan Weighted Sum Method (WSM) akan didapat pilihan yang termurah dari 2 (dua) alternatif perkerasan yaitu Aspal Buton dan *Hot Mix* (AC-WC) Untuk dijadikan pilihan dalam pemilihan perkerasan pada ruas jalan terusan Urip Sumoharjo Kota Makassar.

Hasil analisa dengan metode *Weighted Sum Method* (WSM) dapat diperoleh dari masing-masing tipe perkerasan menunjukkan bahwa perkerasan hot mix paling baik dengan perbandingan skala hasil kinerja teknis yaitu 3,678. Aspal Buton lebih murah dari pada perkerasan Hot Mix dan dengan metode Present Value (PV) diperoleh nilai sebesar Rp. 9.244.767.676 untuk tipe perkerasan Aspal Buton, Rp. 10.152.241.248 untuk *hot Mix*. Jadi, tipe perkerasan yang optimal terhadap 12 aspek yang dipertimbangkan adalah tipe perkerasan Hot Mix (AC-WC).

Kata Kunci : Perkerasan Jalan, Biaya dan Umur Rencana

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur dan terima kasih kepada **ALLAH SWT** atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini, sebagai prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam menyusun laporan ini, kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo., MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Agus Santosa., MT selaku dekan FTSP ITN Malang.
3. Bapak Ir. H. Hirijanto., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Ibu Lila Ayu Ratna W. ST., MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
5. Bapak Ir. H. Edi Hargono D. P, MS selaku dosen pembimbing 1 dan juga atas saran serta masukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ir. H. Ibnu Hidayat. P. J., MT selaku dosen pembimbing 2 dan juga atas saran serta masukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Ayah, Ibu serta Keluarga atas segala doa, cinta dan dukungannya yang tak henti-hentinya telah diberikan.

Penyusun menyadari Skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini.

Malang, Agustus 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAKSI	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Objek Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jalan	5
2.1.1 Konstruksi Lapisan Perkerasan	6
2.1.2 Aspal	9
2.1.3 Jenis Aspal	10
2.2 Jenis Perkerasan Jalan	12
2.2.1 Beton Aspal (<i>Hot Mix</i>)	12
2.2.2 Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN)	18
2.2.3 Lapisan Asbuton Lapisan Dingin (LASBUTAG)	18
2.2.4 Lapis Tipis Aspal Beton/ <i>Hot Rolled Asphalt</i> (HRA) ...	18
2.2.5 Laburan Aspal (BURAS)	18
2.2.6 Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)	19
2.2.7 Laburan Batu Dua Lapis (BURDA)	19
2.2.8 Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS) ...	19

2.2.9 Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH).....	19
2.2.10 Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON)	20
2.2.11 Lapis Tipis Aspak Pasir (LATASIR)	20
2.2.12 Aspal Macadam.....	20
2.3 Perkerasan Lapis Permukaan.....	20
2.4 Pemeliharaan Jalan.....	25
2.5 Pengertian Investasi.....	30
2.5.1 Aspek Penunjang Keberhasilan Investasi.....	31
2.6 Pengertian Biaya	33
2.7 Pemilihan Alternatif.....	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Lokasi Penelitian.....	43
3.2 Pengumpulan Data	43
3.3 Deskripsi Proyek	44
3.4 Pengolahan Data.....	45
3.5 Alur Kerja Kegiatan	57
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	58
4.1 Penentuan Tebal Lapisan Perkerasan.....	58
4.2 Analisa Biaya Alternatif Perkerasan	59
4.2.1 Aspal Buton.....	59
4.2.2 <i>Hot Mix</i>	61
4.3 Pemilihan Alternatif Perkerasan.....	63
4.3.1 Penentuan Bobot Alternatif.....	63
4.3.2 Penentuan Skala Kinerja.....	64
4.3.3 Perbandingan Alternatif.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Analisa Biaya Pekerjaan Pengaspalan (Per Meter Persegi).....	59
Tabel 4.2	Perhitungan PV (<i>Present Value</i>) Biaya Perkerasan Apsal Buton..	60
Tabel 4.3	Perhitungan PV (<i>Present Value</i>) Biaya Perkerasan <i>Hot Mix</i>	62
Tabel 4.4	Penentuan Bobot Relatif.....	64
Tabel 4.5	Batasan Skor Skala Likert	67
Tabel 4.6	Skala Kinerja Alternatif Perkerasan Asbuton.....	67
Tabel 4.7	Skala Kinerja Alternatif Perkerasan <i>Hot Mix</i>	68
Tabel 4.8	Analisa Metode WSM	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Struktur Perkerasan.....	6
Gambar 3.1 Peta Sistem Jaringan Jalan Kota Makassar.....	43
Bagan 3.1 Alur Kerja Kegiatan.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi merupakan unsur penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara, dalam pembinaan persatuan dan kesatuan bangsa, wilayah Negara dan fungsi masyarakat serta dalam memajukan kesejahteraan umum sebagaimana dimaksud dalam pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Sebagai prasarana perhubungan yang ada di darat seiring perkembangannya pembangunan jalan harus menyesuaikan dengan tingkat kemampuan pelayanannya, maka dibutuhkan peningkatan dari segi kualitas dan kuantitas.

Hasil dari sejumlah studi yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa besarnya biaya pengoperasian kendaraan tergantung dari kondisi permukaan jalan raya, lingkungan dan strategi pemeliharannya. Dengan adanya beberapa alternatif perkerasan diharapkan dapat memberikan hasil tipe perkerasan yang optimal serta efisien dari segi biaya (Aspek Biaya) dan kekuatan perkerasan jalan (Aspek teknis), sehingga mampu melayani para pengguna jalan hingga mencapai umur rencananya.

Provinsi Sulawesi Selatan mempunyai jalan provinsi, panjang jalan provinsi tersebut memiliki panjang yaitu 1260,23 Km. Yang sudah tertangani 289,71 km pada tahun 2009 dan pada tahun 2010 yang sudah tertangani adalah 280,36 km, oleh karena itu diperlukan biaya yang sangat besar untuk pembangunan ruas-ruas jalan yang ada, dengan kondisi existing perkerasan

hot mix yang sebagian besar sudah rusak parah, Pembangunan dan peningkatan ruas jalan dalam setiap tahunnya sangat kecil sekali yaitu hanya puluhan kilometer, sehingga yang terjadi adalah perbaikan jalan yang seolah-olah sia-sia karena sebagian jalan sudah baik, namun kerusakan jalan selalu terjadi silih berganti pada ruas-ruas jalan yang berbeda.

Untuk dapat mempertahankan jalan agar tetap dalam kondisi yang baik diperlukan konstruksi yang sesuai kekuatannya dengan jenis kendaraan yang melewatinya dan pemeliharaan yang sesuai dengan jenis konstruksi tersebut. Rusaknya jalan akan membutuhkan waktu tempuh yang lebih lama bagi kendaraan yang melewatinya sehingga biaya yang ditanggung oleh pengguna jalan menjadi lebih mahal, disamping dapat juga terjadi kecelakaan.

Mengingat pentingnya peran ruas jalan untuk menunjang pertumbuhan suatu daerah, maka diperlukan perencanaan tipe perkerasan yang sesuai dengan peruntukannya. Untuk dapat mencapai perencanaan yang optimal, maka diperlukan tipe perkerasan yang sesuai dengan kondisi badan jalan namun tidak mengurangi kualitas perkerasan, sehingga Pemerintah Daerah dapat membangun ruas jalan provinsi yang sudah rusak yang mencakup semua Kabupaten yang ada di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan.

Proyek ini dikerjakan sebagai implikasi dari semakin pesatnya perkembangan kota Makassar sebagai satu-satunya kota Metropolitan di wilayah Indonesia Timur juga akibat semakin berkembangnya Kota Makassar dalam berbagai aspek, baik sebagai pusat Pemerintahan, pusat Pendidikan, pusat Industri untuk wilayah Indonesia Timur, maupun untuk meningkatkan sarana dalam bidang Transportasi Jalan yang dapat memberi berbagai aspek

ekonomis yang bermanfaat bagi Kota Makassar sebagai konsekuensi logis sebagai suatu Kota Metropolitan.

Jalan Urip Sumoharjo telah direncanakan dengan perkerasan *hot mix* tetapi dengan adanya alternatif perkerasan lain seperti Aspal Buton maka perlu dilakukan analisa untuk mengetahui alternatif mana yang paling efisien.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, maka pokok permasalahan yang menjadi bahan kajian dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kinerja teknis dari masing-masing alternatif tipe perkerasan untuk peningkatan perkerasan ruas jalan Urip Sumoharjo?
2. Berapa estimasi biaya yang di perhitungkan untuk masing-masing alternatif perkerasan ke nilai sekarang PV ?
3. Alternatif type perkerasan mana yang paling optimal untuk ruas jalan Urip Sumoharjo ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan :

1. Perbandingan kinerja teknis perkerasan masing-masing alternatif
2. Besarnya estimasi biaya yang di perhitungkan untuk masing-masing alternatif perkerasan ke nilai sekarang PV
3. Type perkerasan yang optimal yang akan diambil sebagai alternatif peningkatan jalan pada ruas jalan Urip Sumoharjo.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi pihak-pihak yang terkait dalam pembangunan atau khususnya pemeliharaan konstruksi perkerasan jalan di Kota Makassar dan Provinsi Sulawesi Selatan khususnya Pemerintah Pusat pada umumnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada :

1. Lingkup penelitian ini dibatasi pada tipe perkerasan permukaan ruas jalan Urip Sumoharjo Kota Makassar dengan panjang \pm 4 Km dengan lebar 7 meter.
2. Penelitian dilakukan pada jenis tipe perkerasan jalan *hot mix* dan Aspal Buton yang merupakan pekerjaan Konstruksi terhadap umur perkerasan.
3. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Urip Sumoharjo yang rusak diakibatkan oleh kendaraan-kendaraan besar yang melebihi daya dukung jalan.

1.6 Objek Penelitian

Objek penelitian yang dijadikan studi kasus dalam pembuatan skripsi ini adalah pada jalan provinsi ruas Urip Sumoharjo Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Konstruksi jalan raya adalah merupakan suatu konstruksi yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memikul beban lalu lintas (kendaraan) yang melintas di atasnya tanpa mengalami perubahan struktur pada permukaan jalan tersebut. Dengan berkembangnya angkutan darat, terutama kendaraan bermotor yang meluputi jenis ukuran dan jumlah maka masalah kelancaran arus lalu lintas, keamanan, kenyamanan dan daya dukung dari perkerasan jalan harus menjadi perhatian (Alamsyah 2006 : 3).

Perkerasan terdapat 2 (dua) macam yaitu perkerasan kaku (*Rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*Flexible pavement*)

- Perkerasan kaku (*Rigid pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan beton semen sebagai bahan pengikatnya.
- Perkerasan lentur (*Flexible pavement*) adalah satu jenis konstruksi perkerasan jalan yang menggunakan bahan agregat dan aspal sebagai material pengikatnya, sehingga mempunyai sifat lentur yang baik, biasanya dipakai untuk perkerasan HRS, Asbuton, SMA dan Lapen

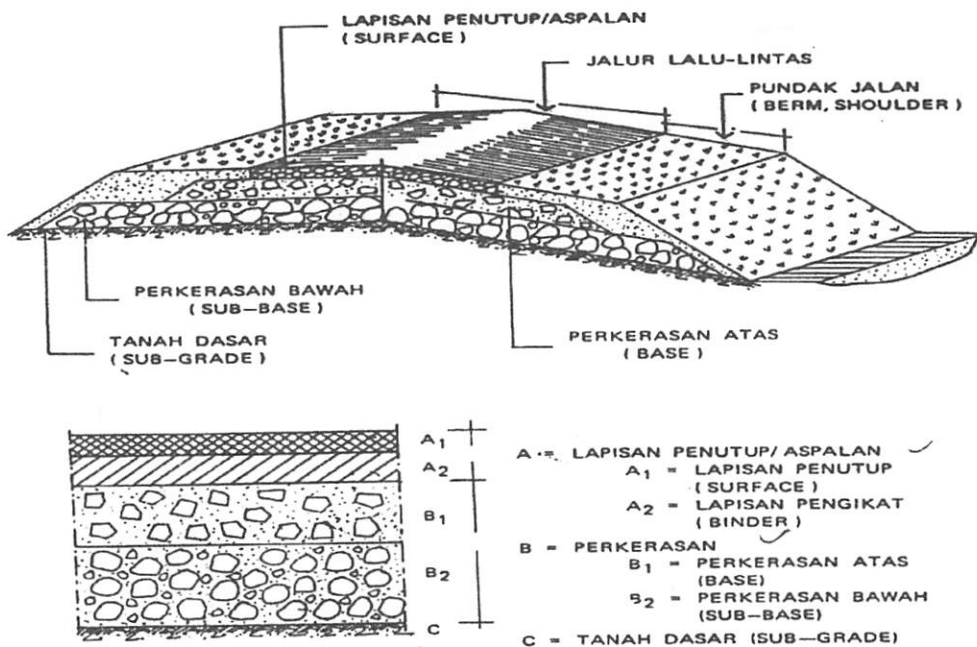
Material jalan terdiri dari :

- Aspal sebagai bahan pengikatnya
- Agregat kasar sebagai penguatnya
- Agregat halus sebagai pengisi
- *Filler* sebagai pengisi

2.1.1 Konstruksi Lapisan Perkerasan

Struktur jalan berdasarkan susunan struktur perkerasan dapat dibagi menjadi 4 (empat) bagian penting, yaitu (Soedarsono 1993 : 7)

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
2. Lapis Pondasi atas (*Base Course*)
3. Lapis Pondasi Bawah (*sub Base Course*)
4. Tanah Dasar (*Sub Grade*)



Gambar 2.1 Susunan Struktur Perkerasan

Keempat bagian tersebut berfungsi mendukung muatan lalu lintas di atasnya.

Muatan lalu lintas ini menimbulkan gaya-gaya pada konstruksi jalan, antara lain :

- a. Gaya Vertikal : akibat berat muatan kendaraan
- b. Gaya Horisontal : akibat rem/gesek
- c. Getaran-getaran : akibat pukulan-pukulan roda

Karena sifat gaya-gaya tersebut makin kebawah makin menyebar, maka pengaruhnya makin kebawah makin berkurang, sehingga muatan yang diterima oleh bagian konstruksi tersebut juga berbeda-beda.

Sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda-beda. Adapun fungsi masing-masing lapisan perkerasan adalah sebagai berikut (Soedarsono 1993 : 7)

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai berikut :

- a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, yaitu lapisan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, yaitu lapisan yang menahan air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- c. Lapis aus (*wearing course*) yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapis yang menyebarkan tebal lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih baik.

2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi adalah lapisan yang terletak antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah dan berfungsi sebagai berikut:

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda yang menyebabkan beban lapisan dibawahnya
- b. Lapisan peresapan untuk mencegah kapilarisasi air tanah dan dari pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan

3. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

- a. Bagian Konstruksi untuk menyebarkan beban roda ketanah dasar
- b. Efisiensi penggunaan material, material pondasi bawah relatif murah
- c. Lapisan peresapan, agar tanah tidak berkumpul dipondasi
- d. Lapisan pertama agar pekejaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat berat.
- e. Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas

4. Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Tanah dasar adalah bagian yang terpenting dari konstruksi jalan, karena tanah dasar inilah yang mendukung seluruh konstruksi

jalan beserta muatan lalu lintas di atasnya. Tanah dasar pulalah yang menentukan mahal atau tidaknya pembangunan jalan tersebut, kekuatan tanah dasar menentukan tebal tipisnya lapisan perkerasan, yang berarti juga menentukan mahal atau murahnya biaya pembangunan jalan tersebut

Perkerasan jalan merupakan lapisan yang terletak di antara tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama pelayanannya tidak terjadi kerusakan yang berarti. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis. Lapisan paling atas disebut juga sebagai lapisan permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapisan pondasi yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan.

2.1.2 Aspal

Bitumen adalah zat perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau gelap yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen terutama mengandung senyawa hidrokarbon seperti aspal, tar. Atau pitch.

Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau coklat tua dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Tar adalah material berwarna coklat atau hitam berbentuk

cair atau semipadat dengan unsur utama bitumen sebagai hasil kondensat dalam dalam destilasi destruktif dari batubara, minyak bumi, atau material organik lainnya. Pitch didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) padat berwarna hitam atau coklat tua yang berbentuk cair jika dipanaskan diperoleh sebagai residu dari destilasi fraksional tar. Tar dan Pitch tidak diperoleh dari alam tetapi merupakan produk kimiawi.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperature tertentu, dan kembali membeku jika temperature turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman 2003 : 26-27).

2.1.3. Jenis Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak. Aspal alam yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi (Sukirman 2003 : 26-27).

1. Aspal Alam

Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton, dan ada pula yang diperoleh di danau seperti di Trinidad. Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad, berupa aspal danau.

Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang berupa aspal gunung, terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Batu Buton). Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Deposit asbuton membentang dari Kecamatan Lawele sampai Sampolawa. Cadangan deposit berkisar 200 juta ton dengan kadar aspal bervariasi antara 10 sampai 35% aspal. Penggunaan asbuton sebagai salah satu material perkerasan jalan telah dimulai sejak tahun 1920, walaupun masih bersifat konvensional.

Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan material yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Untuk mengatasi hal ini, maka asbuton mulai diproduksi dalam berbagai bentuk di pabrik pengolahan asbuton. Produk asbuton dapat dibagi dua kelompok, yaitu :

- a. Produk asbuton yang masih mengandung material filler, seperti asbuton kasar, asbuton halus, asbuton mikro, dan *butonite mastic asphalt*.

- b. Produk asbuton yang telah dimurnikan menjadi aspal murni melalui proses ekstraksi atau proses kimiawi.

2. Aspal Minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *paraffin base crude oil* yang banyak mengandung paraffin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara paraffin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*.

2.2 Jenis Perkerasan Jalan

2.2.1 Beton Aspal (*Hot Mix*)

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°-155° C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal pula dengan nama *hot mix*.

Beton aspal yang menggunakan aspal cair dapat dicampur pada suhu ruang, sehingga dinamakan *cold mix*.

2.2.1.1 Karakteristik Beton Aspal

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan atau durabilitas. (Sukirman 2003 : 76-78).

a) **Stabilitas** adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah:

1. Gesekan internal, yang dapat berasal dari kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Stabilitas terbentuk dari kondisi gesekan internal yang terjadi di antara butir-butir

agregat, saling mengunci dan mengisinya butir-butir agregat dan masing-masing butir saling terikat, akibat gesekan antar butir dan adanya aspal. Kepadatan campuran menentukan pula tekanan kontak, dan nilai stabilitas campuran. Pemilihan agregat bergradasi baik atau rapat akan memperkecil rongga antara agregat, sehingga aspal yang dapat ditambahkan dalam campuran menjadi sedikit. Hal ini berakibat film aspal menjadi tipis. Kadar aspal yang optimal akan memberikan nilai stabilitas yang maksimum.

2. Kohesi, adalah gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat. Daya kohesi terutama ditentukan oleh penetrasi aspal, perubahan viskositas akibat temperature, tingkat pembebanan, komposisi kimiawi aspal, efek dari waktu dan umur aspal.

b) Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperature. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan

kedap airnya campuran. Selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, beton aspal akan lebih kedap air, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Tetapi semakin tebal selimut aspal, maka semakin mudah terjadi *bleeding* yang mengakibatkan jalan semakin licin. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara di dalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjadi getas, dan durabilitasnya menurun.

- c) **Ketahanan terhadap kelelahan (*Flow*)** adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.
- d) **Kelenturan atau fleksibilitas** adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/*settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa terjadi retak.
- e) **Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*)** adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi

basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau selip.

f) Kedap air (*impermeabilitas*) adalah kemampuan aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kebagian dalam beton aspal.

g) Mudah dilaksanakan (*workability*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan.

2.1.1.2 Sifat Volumetrik Dari campuran Beton Aspal Yang Telah Dipadatkan

Beton aspal dibentuk dari agregat, aspal dan atau tanpa bahan tambahan yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi pencampuran pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan sehingga terbentuk beton aspal padat (Sukirman 2003 : 79-89).

Secara analisis dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium maupun di lapangan. Parameter yang digunakan adalah :

a. VMA (Volume Pori Dalam Agregat Campuran) adalah volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal diabaikan. Tidak termasuk di dalam VMA volume pori di dalam masing-masing butir agregat. VMA akan

meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

VMA dapat dihitung dengan dua cara, yaitu:

1. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat beton aspal padat.
2. Jika komposisi campuran ditentukan sebagai persentase dari berat agregat.

b. VIM (Volume Pori Dalam Beton Aspal Aspal Padat)

adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperature. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperature meningkat.

c. VFA (Volume Pori Antara Butir Agregat Terisi Aspal)

adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal volume flm/selimut aspal.

2.2.2 Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN)

Lapen merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

2.2.3 Lapisan Asbuton Lapisan Dingin (LASBUTAG)

Adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan *filler* (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan di padatkan secara dingin.

2.2.4 Lapis Tipis Aspal Beton/*Hot Rolled Asphalt* (HRA)

Merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2.2.5 Laburan Aspal (BURAS)

Adalah merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 9,6 mm atau 3/8 inch.

2.2.6 Laburan Batu Satu Lapis (BURTU)

Adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.

2.2.7 Laburan Batu Dua Lapis (BURDA)

Adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm.

2.2.8 Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS)

Adalah merupakan pondasi pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

2.2.9 Lapis Aspal Beton Pondasi Bawah (LASTON BAWAH)

Adalah pada umumnya merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

2.2.10 Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON)

Adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Tebal padat antara 25 sampai 30 mm.

2.2.11 Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR)

Adalah merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

2.2.12 Aspal Macadam

Adalah merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan/atau agregat pengunci bergradasi terbuka atau seragam yang dicampur dengan aspal cair, diperam dan dipadatkan secara dingin.

Dalam penelitian ini diambil 2 (dua) jenis tipe perkerasan, yaitu : perkerasan Hot Mix dan perkerasan Asbuton.

2.3 Perkerasan Lapis Permukaan

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan demikian memberikan kenyamanan kepada pengemudi kendaraan selama pelayanan jalan. Untuk itu dalam perencanaan perlu dipertimbangkan seluruh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi pelayanan konstruksi perkerasan jalan seperti :

1. Fungsi Jalan

Sesuai dengan Undang-Undang Tentang Jalan No. 13 Tahun 1980 dan Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2005, sistim jaringan didapat dibedakan atas sistim jaringan jalan primer dan sistim jaringan jalan skunder.

Sistim jaringan jalan primer adalah sistim jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota.

Sistim jaringan skunder adalah sistim jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota, ini berarti sistim jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, Fungsi sekunder kedu, Fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

2. Kinerja Perkerasan Jalan

Kinerja Perkerasan jalan ditentukan dari aspek sebagai berikut :

Keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan, besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dan sebagainya.

Wujud perkerasan (*struktur perkerasan*) sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, ambles alur, gelombang dan sebagainya.

Fungsi Pelayanan (*Fungsional performan*) sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pengguna jalan, wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan pengemudi (*riding quality*). Kinerja perkerasan dapat dinyatakan dengan Indeks Permukaan (*Serviceability Indeks*) dan Indeks Kondisi Jalan (*Road Condition Indeks*)

3. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ialah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapis aus.

Umur rencana untuk perkerasan jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun, umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapatkan ketelitian yang memadai (Alamsyah 2006 : 129).

4. Lalu Lintas

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

- a. Analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai :
 - Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan
 - Jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya
 - Konfigurasi sumbu dari setiap kendaraan
 - Beban masing-masing sumbu kendaraan
- b. Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil *survey volume* lalu lintas didekat jalan tersebut dan analisa pola laluy lintyas disekitar lokasi jalan.
- c. Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut.
- d. Menentukan tebal masing-masing perkerasan dengan cara menghitung LHR tahun ke 0 sampai dengan umur rencana ke 10 dengan cara :

Menghitung LEP (Soedarsono, 1993:30) :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana : LEP = Lalu lintas *equivalen* permulaan

LHR = Lalu lintas harian rata-rata jenis kendaraan

C = Koefisien distribusi jenis perkerasan

E = Angka atau nilai ekuivalen

j = Jenis kendaraan

Setelah didapat LEP dilanjutkan dengan menghitung LEA (Lalu Lintas Ekuivalen Akhir) tahun ke 0 dan tahun ke 10 setelah diketahui tahun ke 0 dan 10 dilanjutkan dengan :

Menghitung LET (Soedarsono, 1993:30) :

$$LET_0 = \frac{1}{2} (LEP + LEA_0) \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana : LET = Lalu lintas ekuivalen terakhir

LEP = Lalu lintas ekuivalen permulaan

LEA = Lalu lintas ekuivalen akhir

Menghitung LER (Soedarsono, 1993:30) :

$$LER_0 = LET_0 \times \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana : LER = Lalu lintas ekuivalen rencana

LET = Lalu lintas ekuivalen tengah

UR = Umur Rencana

Setelah didapat hasil LET dan LER maka akan didapat ITP (Indek Tebal Perkerasan) sebagai dasar menghitung masing-masing tebal tipe perkerasan yaitu : *hotmix* dan ASBUTON.

5. Sifat Tanah Dasar

Sub grade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, dia tas mana diletakkan lapisan dengan material yang lebih baik. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Banyak metode yang dipergunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar, dari cara yang sederhana sampai cara yang rumit seperti CBR (*California Bearing Ratio*) RM (*Reslient Modul*) DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*). Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan ditentukan dengan mempergunakan pemeriksaan CBR

CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan. Sebelum team lapangan mulai mengambil contoh tanah, perlu diadakan serangkaian penelitian oleh team ahli yang dapat memutuskan berapa perkiraan ketinggian evaluasi tanah dasar rencana.

6. Kondisi Lingkungan

Kondisi Lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada mempengaruhi lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar antara lain :

- a. Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan
- b. Pelapukan bahan material
- c. Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan adalah air berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca.

2.4 Pemeliharaan Jalan

Pada Pemeliharaan Jalan yang bertanggung jawab atas pengumpulan data lapangan sebagai bahan penyusunan program kegiatan Pemeliharaan Rutin dan Berkala untuk Jalan Nasional dan jalan Provinsi di seluruh Indonesia, termasuk daerah perkotaan.

Survey kondisi jalan yang diuraikan dalam manual ini, terutama digunakan selama pelaksanaan Pemeliharaan Rutin dan Berkala dalam tahun anggaran yang bersangkutan pada ruas-ruas jalan yang sudah ditentukan sehingga dapat ditetapkan dan disusun urutan prioritas kegiatan sesuai kondisi

lapangan sebenarnya. Pada survey kondisi jalan ini dianjurkan tidak kurang dari 4 kali dalam setahun, diutamakan pada saat sebelum dan sesudah musim hujan. Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa kerusakan kecil akan meningkat dengan cepat menjadi besar pada saat musim hujan.

Survey Pemeliharaan Rutin Jalan terdiri dari pengumpulan data kondisi jalan secara visual dilaksanakan oleh staf Cabang Dinas terhadap ruas-ruas jalan yang ditetapkan untuk Pemeliharaan Rutin dan Berkala. Tujuan survey ini untuk meningkatkan efisiensi, penjadwalan dan kontrol penggunaan dana dari kegiatan Pemeliharaan Rutin dalam tiap tahun anggaran. Adapun kerusakan – kerusakan dikategorikan ke dalam kategori pemeliharaan Rutin sebagai berikut :

Kode Kerusakan	Kategori kerusakan	Sub kategori kerusakan
100	Perkerasan	111 – 153
200	Bahu Jalan	211 – 252
300	Trotoar	310 – 390
400	Drainase	410 – 490
500	Perlengkapan Jalan	510 – 540
600	Lereng	610 – 640
700	Keadaan Darurat	710 – 740
800	Struktur	811 - 823

(Sumber : Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi)

Penanganan kerusakan jalan pada lapisan lentur menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga 1995. Jenis-jenis metode penanganan tiap-tiap kerusakan adalah :

1. Metode Perbaikan P1 (Penebaran Pasir)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi kegemukan aspal terutama pada tikungan dan tanjakan.

b) Langkah Penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Memberikan tanda pada jalan yang akan diperbaiki.
- Membersihkan daerah dengan *air compressor*.
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10mm) diatas permukaan yang terpengaruh kerusakan.
- Melakukan pemadatan dengan pemadat ringan (1-2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%)

2. Metode Perbaikan P2 (Pelaburan Aspal Setempat)

a) Jenis Kerusakan yang ditangani :

- Kerusakan tepi bahu jalan beraspal
- Retak buaya <2mm
- Retak garis lebar <2mm
- Terkelupas

b) Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, permukaan jalan harus bersih dan kering.

- Menyemprotkan dengan aspal keras sebanyak $1,5 \text{ kg/m}^2$ untuk *cut back* 1 liter/m^2 .
- Menebarkan pasir kasar atau agregat halus 5 mm hingga rata.
- Melakukan pemadatan mesin *pneumatic* sampai diperoleh permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan optimal (kepadatan 95%)

3. Metode Perbaikan P3 (Pelapisan Retakan)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan $<2\text{mm}$

b) Langkah penganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
- Menyemprotkan *tack coat* ($0,2 \text{ liter/m}^2$ di daerah yang akan diperbaiki).
- Menebar dan meratakan campuran aspal beton pada seluruh daerah yang telah diberi tanda.
- Melakukan pemadatan ringan (1-2) ton sampai diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan optimum (kepadatan 95%).

4. Metode Perbaikan P4 (Pengisian Retak)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

Lokasi-lokasi retak satu arah dengan lebar retakan $>2 \text{ mm}$

b) Langkah penanganannya :

- Memobilisasi peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan *air compressor*, sehingga permukaan jalan bersih dan kering.
- Mengisi retakan dengan aspal *cut back* 2 liter/m² menggunakan aspal *sprayer* atau dengan tenaga manusia.
- Menebarkan pasir kasar pada retakan yang telah diisi aspal (tebal 10 mm)
- Memadatkan minimal 3 lintasan dengan *baby roller*.

5. Metode Perbaikan P5 (Penambalan Lubang)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Lubang kedalaman > 50 mm
- Keriting kedalaman > 30 mm
- Alur kedalaman > 30 mm
- Ambles kedalaman > 50 mm
- Jembul kedalaman > 50 mm
- Kerusakan tepi perkerasan jalan, dan
- Retak buaya lebar > 2mm

b) Langkah penanganannya :

- Menggali material sampai mencapai lapisan dibawahnya .
- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Menyemprotkan lapis resap pengikat *prime coat* dengan takaran 0,5 liter/m²
- Menebarkan dan memadatkan campuran aspal beton sampai diperoleh permukaan yang rata.

- Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

6. Metode Perbaikan P6 (Perataan)

a) Jenis kerusakan yang ditangani :

- Lokasi keriting dengan kedalaman < 30 mm
- Lokasi lubang dengan kedalaman < 50 mm
- Lokasi alur dengan kedalaman < 30 mm
- Lokasi terjadinya penurunan dengan kedalaman < 50 mm
- Lokasi jembul dengan kedalaman < 50 mm

b) Langkah penganannya :

- Membersihkan bagian yang akan ditangani dengan tenaga manusia.
- Melaburkan *tack coat* 0,5 liter/ m^2 .
- Menaburkan campuran aspal beton kemudian memadatkannya sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan *baby roller* (minimum 5 lintasan).

2.5 Pengertian Investasi

Investasi berasal dari kata *investment* yang berarti menanamkan modal dengan tujuan memperoleh keuntungan yang diharapkan pada masa yang akan datang. Investasi pada dasarnya merupakan usaha menanamkan faktor-faktor produksi dalam proyek tertentu dan bisa dilakukan pada bidang industri maupun bidang lainnya. Proyek tersebut dapat berupa proyek baru atau pengembangan dari proyek yang telah ada untuk memperluas atau menambah kawasan baru (Basalamah dkk, 1991).

Investor adalah orang, bank, lembaga keuangan, perusahaan swasta, maupun badan pemerintahan yang melakukan kegiatan investasi dalam menanamkan dana mereka dalam suatu proyek (sebagai perusahaan nantinya atau pemegang saham).

2.5.1 Aspek Penunjang Keberhasilan Investasi

Aspek-aspek yang harus dikaji dalam mengerjakan atau melaksanakan sebuah studi keberhasilan investasi pada suatu proyek dibagi menjadi 6 macam yaitu meliputi aspek pasar, aspek teknik, aspek keuangan, aspek sosial dan ekonomi, aspek organisasi manajemen, dan aspek hukum. Dibawah ini akan dijelaskan secara singkat mengenai 6 macam aspek-aspek penunjang keberhasilan investasi tersebut.

1. Aspek Pasar

Untuk studi kelayakan suatu proyek dengan tujuan menghasilkan produk tertentu umumnya membatasi penekanan kepada analisis masalah-masalah dibawah berikut ini (Soeharto, 1995 : 351) :

- a. Prakiraan penawaran dan permintaan.
- b. Pangsa pasar.
- c. Strategi pemasaran.

2. Aspek Teknik

Pengkajian aspek teknik dalam studi kelayakan dimaksudkan untuk memberikan batasan garis besar parameter-parameter teknis

yang berkaitan dengan perwujudan fisik proyek. Pengkajian aspek teknik mencakup hal-hal berikut ini (Soeharto, 1995 : 352) :

- a. Menentukan letak geografis lokasi.
- b. Mencari dan memilih teknologi proses produksi.
- c. Menentukan kapasitas produksi.
- d. Denah atau tata letak instalasi.
- e. Bangunan instalasi (*plant building*).

3. Aspek Keuangan

Studi mengenai aspek keuangan harus menjawab dan menjelaskan masalah yang menyangkut sebagai berikut ini (Purnamasari, 2009 : 7) :

- a. Jumlah dana yang diperlukan, baik untuk keperluan investasi awal maupun untuk kebutuhan modal kerja.
- b. Sumber dana, biaya modal, dan rancangan struktur modal yang layak.

4. Aspek Sosial dan Ekonomi

Dalam aspek sosial dan ekonomi ini merincikan hal-hal sebagai berikut ini (Purnamasari, 2009 : 8) :

- a. Pengaruh proyek terhadap peningkatan penghasilan negara misal : pajak pendapatan, PPn, pajak impor, pajak ekspor, dll.
- b. Sumbangan proyek terhadap perluasan kesempatan kerja, serta proses alih teknologi.

- c. Kegunaan umum yang disumbangkan kepada masyarakat, misal : jalan raya, penerangan listrik, fasilitas telepon, penyediaan air bersih, fasilitas sosial seperti : masjid, sekolah, pusat kesehatan dan fasilitas umum seperti ruko, taman, lapangan basket dll.

5. Aspek Organisasi Manajemen

Studi ini menjelaskan tentang proyek yang telah memasuki fase operasi komersial yaitu bagaimana organisasinya, jabatan, personel (jumlah formasi, jenjang jabatan, syarat-syarat penerimaan dan promosi). (Purnamasari, 2009:8)

6. Aspek Hukum

Aspek ini menjelaskan hal-hal sebagai berikut ini (Purnamasari, 2009 : 9) :

- a. Bentuk hukum dari organisasi perusahaan.
- b. Hubungan perburuhan, serta aturan mengenai hubungan kerja (PHK).
- c. Akte pendirian bangunan dan izin-izin yang harus dimiliki.
- d. Jaminan yang perlu disediakan apabila bermaksud akan menarik pinjaman.

2.6 Pengertian Biaya

Pada pelaksanaan suatu pembangunan, mulai dari ide, studi kelayakan, perencanaan, pelaksanaan, sampai pada operasi dan pemeliharaan membutuhkan bermacam-macam biaya. Pada analisis kelayakan ekonomi,

biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi beberapa komponen-komponen sehingga nantinya dapat memudahkan analisis perhitungannya. Menurut Kuiper (1971) semua biaya itu dikelompokkan menjadi dua yaitu : (Kodoatie, 1995 : 71).

a. Biaya Modal

Definisi dari biaya modal (Kuiper, 1971) adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari pra studi sampai proyek selesai dibangun. Semua pengeluaran yang termasuk biaya modal ini dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk pembangunan suatu proyek. Misal, seperti biaya pembebasan tanah, biaya galian dan timbunan, biaya konstruksi beton (pondasi), serta biaya lainnya. Untuk biaya pembebasan tanah biasanya ditanggung oleh pemilik (*owner*).

2. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya ini terdiri dari tiga komponen yaitu :

- 1) Biaya tak diduga (*contingencies*) dari biaya langsung. Kemungkinan/hal yang tidak pasti ini bila dikelompokkan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :
 1. Biaya/pengeluaran yang mungkin timbul, tetapi tidak pasti.
 2. Biaya yang mungkin timbul, namun tidak terlihat.
 3. Biaya yang mungkin timbul akibat tetapnya harga pada waktu yang akan datang (misal kemungkinan adanya kenaikan harga).

Biasanya biaya untuk ini merupakan suatu angka prosentase dari biaya langsung, misal 5%, 10%, ataupun 15%. Hal ini tergantung dari pihak pemilik dan perencana. Semakin berpengalaman pemilik atau perencana, besarnya prosentase ini lebih kecil.

2) Biaya Teknik (*engineering cost*)

Biaya teknik adalah biaya untuk pembuatan desain mulai dari studi awal (*preliminary study*), pra studi kelayakan, studi kelayakan, biaya perencanaan dan biaya pengawasan selama waktu pelaksanaan konstruksi.

3) Biaya Bunga (*interest*)

Dari periode waktu dari ide sampai pelaksanaan fisik, bunga berpengaruh terhadap biaya langsung, biaya kemungkinan dan biaya teknik, sehingga harus diperhitungkan.

b. Biaya Tahunan

Biaya tahunan terdiri dari tiga komponen, (Kodoatie, 1995 : 74)

yaitu :

1. Bunga

Biaya ini menyebabkan terjadinya perubahan biaya modal karena adanya tingkat suku bunga selama umur proyek. Besarnya bisa berbeda dengan bunga selama dari ide sampai pelaksanaan fisik selesai. Bunga ini merupakan komponen terbesar yang diperhitungkan terhadap biaya modal.

2. Depresiasi atau Amortisasi

Dua istilah ini hampir sama tetapi berbeda fungsi. Menurut Kuiper (1971), depresiasi adalah turunnya/penyusutan suatu harga/nilai dari sebuah benda karena pemakaian dan kerusakan atau keusangan benda itu: sedangkan amortisasi adalah pembayaran dalam suatu periode tertentu (misal tahunan) sehingga hutang yang ada akan terbayar lunas pada akhir periode tersebut. Rumus yang dipakai untuk perhitungan biaya untuk keduanya sama, yaitu $A = \frac{F \times i}{(1 + i)^n - 1}$ atau bila memakai tabel maka dipakai (A/F, i%, n).

3. Biaya Operasi Pemeliharaan

Agar dapat memenuhi umur proyek sesuai yang direncanakan pada detail desain, maka diperlukan biaya untuk operasi dan pemeliharaan proyek tersebut.

2.7 Pemilihan Alternatif

Memilih alternatif merupakan kegiatan untuk menjawab pertanyaan apakah suatu rencana investasi yang akan dilaksanakan sudah merupakan pilihan yang terbaik (optimal) atau belum. Tujuan dalam memilih alternatif adalah untuk mendapatkan hasil yang optimal, oleh karena itu kriteria pemilihan akan dipengaruhi oleh situasi alternatif yang akan dipilih.

Beberapa metode yang dapat dipilih dalam pemilihan suatu rencana investasi yaitu :

1. Metode *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah selisih antara penerimaan dan pengeluaran kas yang diperhitungkan dengan nilai sekarang selama umur proyek dimana nilai NPV adalah nilai PV penerimaan – PV pengeluaran. (Soeharto, 1995: 430)

PV (*present value*) adalah semua aliran kas dikonversikan menjadi nilai sekarang P yang diperoleh mencerminkan nilai netto dari keseluruhan aliran kas selama umur proyek.

PV dihitung dengan menggunakan rumus (Soeharto, 1995 : 419):

$$PV = F \frac{1}{(1+i)^n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Simbol : (PV / F, i, n)

dimana,

PV = Nilai sekarang

F = Nilai uang yang akan datang

i = Tingkat bunga

n = Waktu

Sehingga nilai NPV dihitung menggunakan rumus (Soeharto, 1995 : 427):

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(Co)t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana,

NPV = Nilai sekarang netto

(C)t = Aliran kas masuk tahun ke-t

- (Co)t = Aliran kas keluar tahun ke-t
- n = Umur unit usaha hasil investasi
- i = Arus pengembalian (*rate of return*)
- t = Waktu

Indikasi menggunakan metode NPV adalah :

NPV = positif, usulan proyek dapat diterima.

NPV = negatif, usulan proyek ditolak.

NPV = 0, berarti netral.

2. Metode Annual Value

Metode analisa sekarang bisa juga dipakai untuk mengevaluasi dan membandingkan alternatif-alternatif yang memiliki umur tak terhingga (perpetual atau abadi). Metode analisa nilai sekarang yang digunakan untuk proyek-proyek yang bisa digolongkan memiliki umur abadi antara lain dam, jalan raya, terusan, dan proyek-proyek untuk pelayanan umum yang lainnya.

Pada metode ini suatu aliran kas menyatakan dalam deret *uniform* per tahun selama waktu yang terhingga kemudian dikonversikan ke nilai P dengan suatu tingkat bunga tertentu. Dengan demikian maka nilai capitalized worth dapat dinyatakan :

$$CW = A(P/A, i\%, \infty) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left(\frac{P}{A}, i\%, N \right) = \frac{1}{i} \dots \dots \dots (2.7)$$

Sehingga :

$$CW = A/i \dots\dots\dots (2.8)$$

Apabila deret seragam tak terhingga ini hanya terdiri dari ongkos-ongkos maka nilai P dari aliran kas ini disebut '*Capitalized Cost*'. Apabila ada ongkos awal (P) yang terlibat (disamping ongkos-ongkos deret seragam dalam waktu tak terhingga) maka nilai Capitalized Cost dari proyek yang seperti ini dapat dinyatakan dengan :

$$CC = P + A/i \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

CC = *Capitalized Cost*

P = Ongkos awal disamping deret seragam

A = Besarnya deret seragam per periode (tahun)

Perlu dibedakan bahwa istilah *Capitalized Cost* disini tidak sama dengan istilah yang digunakan pada dunia akuntansi. Pada akuntansi, *Capitalized Cost* digunakan untuk menggambarkan suatu nilai uang yang dialokasikan (didepresiasi) selama lebih dari setahun untuk suatu aset.

3. Metode Future Value

Pada metode ini semua aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan dikonversikan ke dalam deret seragam dengan tingkat bunga sebesar MARR. Biasanya akan lebih mudah kalau perhitungan deret seragam ini dilakukan dari P sehingga akan berlaku berhubungan.

$$A (i) = P (i) (A/P, i\%, N) \dots\dots\dots (2.10)$$

Atau

$$A(i) = \left[\sum_{t=0}^n (A/P, i\%, N) \right] \dots\dots\dots (2.11)$$

Bila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat '*mutually exclusive*' maka yang dipilih adalah yang memiliki deret seragam netto yang terbesar. Dengan kata lain, bila aliran kas hanya terdiri dari ongkos maka yang dipilih adalah yang membutuhkan ongkos seragam yang paling kecil.

Bila alternatif-alternatif tersebut bersifat independen maka semua alternatif yang menghasilkan deret seragam netto lebih besar dari nol akan diterima karena ini berarti alternatif tersebut menghasilkan tingkat pengembalian yang besar dari MARR. Alternatif untuk tidak mengerjakan sesuatu (*do nothing*) memiliki nilai $A = 0$.

Untuk memilih beberapa alternatif tipe perkerasan dengan menggunakan metode pembobotan multi criteria sebagai berikut :

1. Metode *Dominance*

Alternatif dengan menggunakan metode dominance dapat dilakukan dengan mencari alternatif yang didominasi alternatif yang lain, yaitu yang semua kriterianya lebih buruk (atau paling tidak sama) dari alternatif yang lain. Alternatif yang didominasi alternatif lain dibuang.

2. Metode *Feasible Ranges*

Alternatif dengan menggunakan metode *feasible ranges* adalah dengan cara memilih alternatif yang semua kriterianya memenuhi

batasan-batasan yang layak (*feasible ranges*). Oleh karena itu dalam metode ini batasan-batasan itu harus ditentukan lebih dahulu.

3. Metode *Weighted Sum Model* (WSM)

Metode ini digunakan dengan cara memilih alternatif yang terbaik dengan menggunakan rumus :

$$A^*_{WSM_SCORE} = \max \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot W_j \dots\dots\dots (2.12)$$

dimana :

$A^*_{WSM_SCORE}$ = Score dari alternatif terbaik

i = Nomor alternatif, $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j = Nomor kriterium, $j = 1, 2, 3, \dots, n$

a_{ij} = Kinerja alternatif ke- i untuk kriterium ke- j

W_j = Bobot dari kriterium ke- j

4. Metode *Effectiveness* Indeks

Metode ini pada dasarnya adalah sama dengan metode WSM atau AHP, jadi menggunakan rumus yang sama dengan WSM atau AHP.

Penentuan bobot kriteria dilakukan sebagai berikut :

1. Kriteria diurutkan dari yang terpenting sampai yang kurang penting.
2. Berikan bobot kepada masing-masing kriterium sedemikian sehingga kepentingan relatifnya terkuantifikasi dalam skala tanpa dimensi, misalnya dari 0 sampai dengan 1.
3. Ubah bobot-bobot itu menjadi bobot-bobot relative yang jumlahnya = 1.

Penentuan kinerja alternatif untuk masing-masing kriterium adalah sebagai berikut :

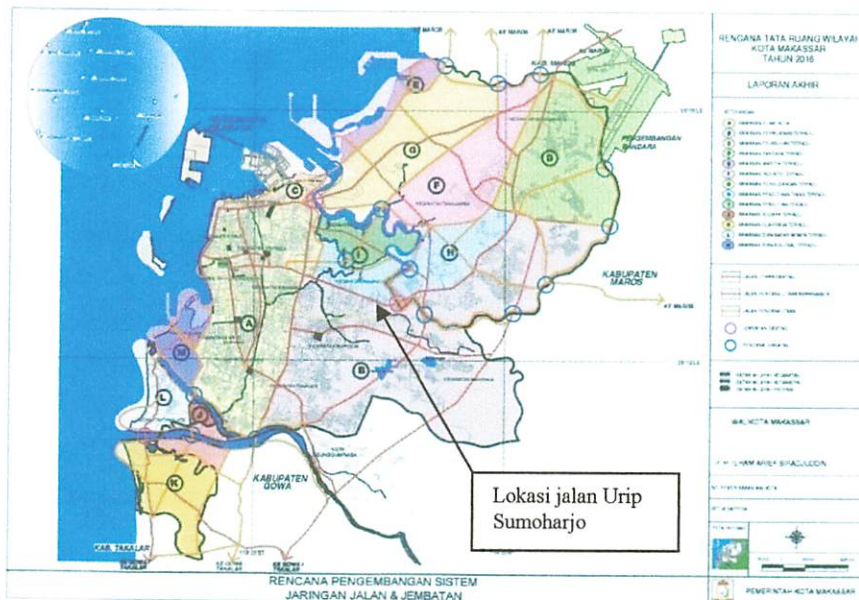
1. Tentukan batas-batas kelayakan dari masing-masing kriterium.
2. Skalikan kinerja masing-masing alternatif berdasarkan batas-batas kelayakan itu. Skala kinerja inilah yang disebut dengan "*Effectiveness Indeks*".

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dijadikan objek penelitian ini adalah Ruas jalan Terusan Urip Sumoharjo dengan panjang jalan 3,5 km. jalan ini terletak pada kota Makassar yang menghubungkan kota Gowa, Makassar dan Maros, Makassar merupakan kota di Sulawesi Selatan tepatnya berada di bagian selatan bawah yang berdekatan dengan Gowa, Maros dan sekitarnya.



Gambar 3.1 Peta sistem jaringan jalan Kota Makassar

3.2 Pengumpulan Data

Dengan mengumpulkan bahan dari literatur, baik berupa buku yang telah dipublikasikan secara umum maupun dengan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan terlebih dahulu serta perpaduan antara data

primer dan data sekunder yang dilakukan dalam rangka sebagai proses pengumpulan data. Untuk penjelasan dan perincian datanya yaitu sebagai berikut ini :

1. Data yang diperoleh dari instansi-instansi terkait, dan juga melalui studi literatur di perpustakaan dan internet. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data, teori-teori yang berhubungan dan menunjang penelitian maupun hasil-hasil studi mengenai obyek penelitian dalam rangka memecahkan beberapa permasalahan dalam proses penelitian dan analisisnya nanti, adapun data-datanya antara lain :

- a. Rencana Biaya dari lampiran kontrak yang telah disepakati antara pelaksana dengan pemberi kerja.
- b. Jadwal Pelaksanaan/*Schedule* pelaksanaan dari proyek jalan terusan Urip Sumoharjo.
- c. Laporan kemajuan fisik mingguan maupun bulanan.
- d. Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Data kendaraan yang melewati ruas jalan selama 24 jam untuk menentukan tebal rencana perkerasan yang sesuai.

3.3 Deskripsi Proyek

Nama Proyek : Pembangunan Jalan Terusan Urip Sumoharjo
Panjang Ruas : 3.565 meter
Sumber Dana : APBN Murni
Lokasi : Kota Makassar

Waktu Pelaksanaan : 17 Maret 2010 – Selesai
 Kontraktor Pelaksana : PT. SISCO SINAR JAYA
 Nomor kontrak : 02/KTR/PPK-METRO WIL.I/III/APBN/2010
 Konsultan Supervisi : PT. YODYA KARYA (Persero)
 Nomor kontrak : KU.08.08/SNVT/P2JJ METRO/25 E/III/2010
 Penandatanganan Kontrak : 11 Maret 2010
 Tanggal Mulai Kerja : 17 Maret 2010

3.4 Pengolahan Data

Teknik yang digunakan dalam penelitian yaitu pengambilan data- data teknis yang dikumpulkan, dijelaskan dan dianalisis meliputi :

1. Menentukan Tebal Perkerasan

Data-data tentang jumlah kendaraan, beban kendaraan, dan kepadatan kendaraan dengan menghitung Lalu Lintas Harian kendaraan yang melewati ruas jalan Urip Sumoharjo untuk mencari ketebalan masing-masing perkerasan.

Menghitung LHR tahun ke 0 sampai dengan umur rencana tahun ke 12 dengan cara :

- Menghitung LEP (Lalu Lintas Ekuivalen Permulaan) :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(Rumus 2.1)$$

Setelah didapat LEP dilanjutkan dengan menghitung LEA (Lalu Lintas Ekuivalen Akhir) tahun ke 0 dan tahun ke 12 setelah diketahui tahun ke 0 dan 12 dilanjutkan dengan :

- Menghitung LET (Soedarsono, 1993:30) :

$$LET_0 = \frac{1}{2} (LEP + LEA_0) \dots\dots\dots (Rumus 2.2)$$

- Menghitung LER (Soedarsono, 1993:30) :

$$LER_0 = LET_0 \times \frac{UR}{10} \dots\dots\dots (Rumus 2.3)$$

Setelah didapat hasil LET dan LER maka akan didapat ITP (indek Tebal Perkerasan)

- Menghitung masing-masing tebal tipe perkerasan yaitu : hotmix dan Asbuton.

2. Analisa Biaya

Menghitung biaya konstruksi perkerasan, biaya pembangunan dan pemeliharaan dalam kurun waktu 12 tahun sesuai dengan umur rencana (Alamsyah, 2006:129) untuk masing-masing tipe perkerasan yaitu dengan cara menghitung biaya tenaga kerja, bahan/material dan peralatan yang digunakan sehingga akan didapat harga perkerasan per m² dari masing-masing tipe perkerasan sebagai dasar untuk menentukan biaya pembangunan.

Biaya pemeliharaan terdiri dari 2 macam, yaitu :

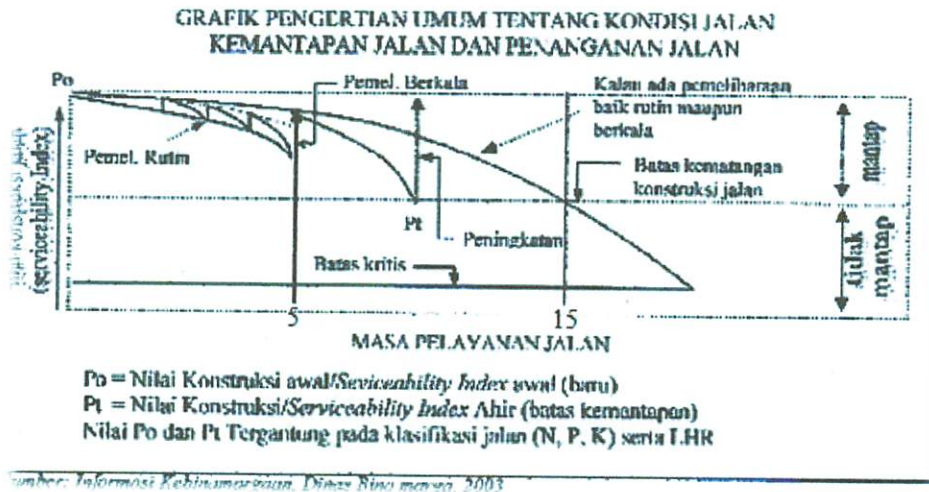
- Pemeliharaan Rutin : Merupakan pekerjaan yang skalanya cukup kecil dan dikerjakan tersebar diseluruh jaringan jalan secara rutin. Dengan pemeliharaan rutin tingkat penurunan nilai kondisi struktural perkerasan diharapkan akan sesuai dengan kurva kecenderungan kondisi perkerasan jalan. Adapun pekerjaan Pemeliharaan Rutin adalah pekerjaan yang bersifat

fungsional atau pemeliharaan sepanjang jalan antara lain perbaikan lubang, ambles, kerusakan tepi, retak buaya aspal terkelupas.

- b. Pemeliharaan Berkala dilakukan dalam selang waktu beberapa tahun dan diadakan menyeluruh untuk satu atau beberapa seksi jalan. Pemeliharaan berkala dimaksud mempertahankan kondisi jalan sesuai dengan yang direncanakan masa layanannya. Untuk pemeliharaan berkala pekerjaan pemeliharaan sesuai dengan panjang efektif jalan.

Secara fisik pemeliharaan jalan bisa berarti suatu kesatuan kegiatan langsung untuk menjaga suatu struktur agar tetap dalam kondisi baik. Definisi pemeliharaan adalah semua jenis pekerjaan yang dibutuhkan untuk menjaga dan memperbaiki jalan agar tetap dalam keadaan baik atau pekerjaan yang berkaitan dengan keduanya, sehingga mencegah kemunduran atau penurunan kualitas dengan laju perubahan pesat yang terjadi segera setelah konstruksi dilaksanakan.

Aktifitas pemeliharaan jalan yang diklasifikasikan terhadap frekuensi dan efeknya terhadap jalan terlihat pada gambar 3.2



GAMBAR 2.4
PENGERTIAN UMUM TENTANG KONDISI JALAN

Pertumbuhan jumlah lalu lintas di Kota Makassar pada tiap tahun mengalami peningkatan yang cukup signifikan sebesar 12,2%, hal ini dapat diketahui dengan semakin padatnya jalan-jalan di Kota Makassar dari tahun ke tahun yang secara langsung berpengaruh pada kondisi jalan tersebut. Jalan Terusan Urip Sumoharjo merupakan jalan nasional yang memiliki jumlah rata-rata LHR 22.453/ hari pada tahun 2009, pada tahun 2010 rata-rata LHR 22.879/hari dan pada tahun 2011 sebesar 23673 Kendaraan per hari (sumber : Survey PT.YODYA KARYA), dengan demikian maka dibutuhkan pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala guna untuk menjaga kondisi jalan agar sesuai dengan umur rencana yang sudah direncanakan sebelumnya. Jumlah kendaraan yang begitu tinggi sangat mempengaruhi kondisi lapisan perkerasan.

Tabel 3.1 Metode Pemeliharaan Jalan

No	Kondisi Jalan	Tingkat kerusakan (%)	Keterangan
1	Baik	0 – 20	Pemeliharaan Rutin
2	Sedang	20-50	Pemeliharaan Rutin
3	Rusak	50-80	Pemeliharaan Berkala
4	Kritis	80	Pembangunan

(sumber : Metode Pemeliharaan Jalan Dinas Bina Marga)

Tingginya tingkat kerusakan jalan di kota Makassar disebabkan oleh jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan Urip Sumoharjo melebihi dari tingkat kelas jalan sebagai akibat berkembangnya Kota Makassar, dimana kendaraan yang melalui ruas jalan Terusan Urip Sumoharjo merupakan moda angkutan berat. Dengan demikian maka pemeliharaan rutin diperkirakan 20% hal ini didasarkan pada tingkat kerusakan jalan tersebut sedangkan biaya pemeliharaan berkala diperkirakan 50%, hal ini berdasarkan dari tingginya lalu lintas yang melalui jalan Urip Sumoharjo, sehingga mempengaruhi kondisi jalan yang memerlukan pemeliharaan berkala dikategorikan kondisi jalan rusak.

Penentuan biaya alternative dapat diuraikan sebagai berikut :

- Biaya pembangunan.

Biaya pembangunan diperoleh dari luas jalan x biaya pelaksanaan perkerasan per m²

- Biaya pemeliharaan

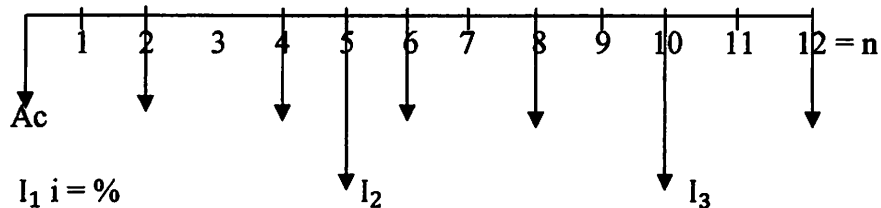
Biaya pemeliharaan rutin dan berkala diperoleh dari luas jalan x biaya pemeliharaan

- PV biaya.

PV biaya diperoleh dengan rumus 2.4.

Untuk membandingkan biaya investasi dan biaya pemeliharaan dari 2 (dua) alternatif perkerasan yang mana paling efisien dilakukan dengan membandingkan nilai sekarang (Pv) dan membandingkan biaya pemeliharaan rutin yang dilakukan tiap tahun sekali dikarenakan jumlah kendaraan yang sangat tinggi dan pada tiap tahunnya ada peningkatan yang pesat dan biaya pemeliharaan berkala yang dilakukan setiap 5 tahun sekali dimana umur rencana jalan diambil 12 tahun, maka didapatkan grafik perbandingan sebagai berikut :

a. Alternatif perkerasan *Asbuton*



Menghitung biaya PV :

$$Pv_{\text{perawatan}} = Fv (P/F, i, n)$$

Dimana :

A = *Annual Cost*

P = *Present* / nilai uang sekarang

F = *Future* / nilai masa depan "n" periode yang akan datang

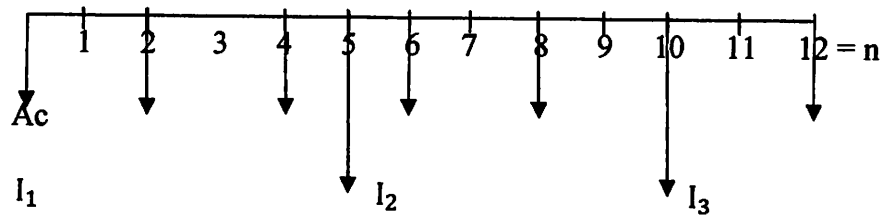
i = *Interest rate* / Suku bunga

n = Tahun perencanaan

I = Nilai Investasi tahun ke n

Pemeliharaan rutin pada tahun ke 2 dan pemeliharaan berkala pada tahun ke 5.

b. Alternatif perkerasan Hot Mix



Menghitung biaya PV :

$$Pv_{\text{perawatan}} = Fv (P/F, i, n)$$

Dimana :

A = *Annual Cost*

P = *Present* / nilai uang sekarang

F = *Future* / nilai masa depan “ n ” periode yang akan datang

i = *Interest rate* / Suku bunga

n = Jumlah periode pembungaan

I = Nilai Investasi tahun ke n

Pemeliharaan rutin pada tahun ke 2 dan pemeliharaan berkala pada tahun ke 5.

3. Pemilihan Alternatif

Membandingkan alternatif dari 2 (Dua) perkerasan yang mana paling efisien dengan menggunakan Metode *Weighted Sum Model* (WSM) dengan penentuan kriteria sebagai berikut :

- a. Biaya
- b. Stabilitas
- c. Durabilitas/keawetan
- d. Waktu Pelaksanaan
- e. Fleksibilitas atau kelenturan
- f. Ketahanan/tahanan geser
- g. Ketersediaan Peralatan yang digunakan
- h. Ketahanan terhadap kelelahan
- i. Kedap air
- j. Ketersediaan Bahan
- k. Tenaga kerja
- l. Tingkat kesulitan pelaksanaan

Penentuan bobot untuk masing-masing kriterium dilakukan seperti pada metode *effectiveness* indeks yaitu dengan mengurutkan kriteria dari yang paling penting sampai yang kurang penting, kemudian memberikan bobot kepada masing-masing kriteria sehingga kepentingan relatifnya terkuantifikasi dalam skala tanpa dimensi, yaitu dari 0 sampai dengan 1. Setelah itu bobot-bobot tersebut diubah menjadi bobot relatif yang jumlahnya sama dengan 1. Dengan cara seperti di atas, maka hasilnya

adalah sebagai berikut : (De Garmo,E.P, W.G. SULIVAN dan J.R. Canada, 1984 : 264) :

Biaya	= 1,00
Stabilitas	= 1,00
Durabilitas/keawetan	= 1,00
Waktu Pelaksanaan	= 0,95
Fleksibilitas atau kelenturan	= 0,90
Ketahanan/tahanan geser	= 0,80
Peralatan yang dipakai	= 0,75
Ketahanan terhadap kelelahan	= 0,70
Kedap air	= 0,65
Bahan yang didapat	= 0,60
Tenaga	= 0,55
Mudah dilaksanakan	= 0,50

Pembobotan antara kriteria biaya dengan kriteria teknis adalah sama, karena kedua-duanya mempunyai peranan yang sangat penting, yaitu tanpa adanya biaya tidak akan terlaksananya kegiatan dan teknis memerlukan kualitas/mutu yang baik sehingga perbandingan antara mutu dan biaya harus seimbang.

Bobot-bobot di atas diubah menjadi bobot-bobot relative yang jumlahnya = 1 sebagai berikut :

Biaya	= 0,106
Stabilitas	= 0,106

Durabilitas/keawetan	= 0,106
Waktu Pelaksanaan	= 0,101
Fleksibilitas atau kelenturan	= 0,096
Ketahanan/tahanan geser	= 0,085
Peralatan yang dipakai	= 0,080
Ketahanan terhadap kelelahan	= 0,074
Kedap air	= 0,069
Bahan yang didapat	= 0,064
Tenaga	= 0,059
Mudah dilaksanakan	= 0,053
Jumlah	= 1,000

Penentuan skala kinerja dilakukan dengan menggunakan skala Likert dari 1 sampai dengan 5, untuk menyatakan kinerja masing-masing alternatif dari yang sangat kurang (SK) sampai sangat baik (SB) seperti berikut :

SB = sangat baik	= 5
B = baik	= 4
C = cukup	= 3
K = kurang	= 2
SK = sangat kurang	= 1

Dari nilai atau *score* di atas dapat dilakukan penilaian untuk masing-masing kriteria dengan cara memberi nilai sesuai dengan batasan

dan bobot relatif masing-masing kriteria dengan mengalikannya sehingga akan didapat hasil dari masing-masing alternatif.

NO	KRITERIA	BATASAN SCORE SKALA LIKERT				
		1	2	3	4	5
1	Biaya	....milyard	....milyard	....milyard	....milyard	....milyard
2	Stabilitas	< 100 ton/mm	< 200 ton/mm	< 300 ton/mm	< 400 ton/mm	< 500 ton/mm
3	Durabilitas	mudah rusak	tidak awet	cukup awet	Awet	sangat awet
4	Waktu pelaksanaan	..... hari	..... hari	..... hari	..... hari	..... hari
5	Fleksibilitas	tidak lentur	kurang lentur	cukup lentur	Lentur	sangat lentur
6	Ketahanan/tahan geser	sangat kurang	kurang	cukup tahan	tahan	sangat tahan
7	Peralatan	sangat kurang	kurang	cukup banyak	Banyak	sangat banyak
8	Ketahanan terhadap kelelahan	tidak tahan	kurang tahan	cukup tahan	Tahan	sangat tahan
9	Kedap Air	Mudah meresap	Meresap	cukup kedap	Kedap	sangat kedap
10	Bahan	tidak ada	Kurang	cukup banyak	Banyak	sangat banyak
11	Tenaga	sangat kurang	kurang	Cukup	Banyak	sangat banyak
12	Mudah dilaksanakan	sangat sulit	Sulit	cukup mudah	Mudah	sangat mudah

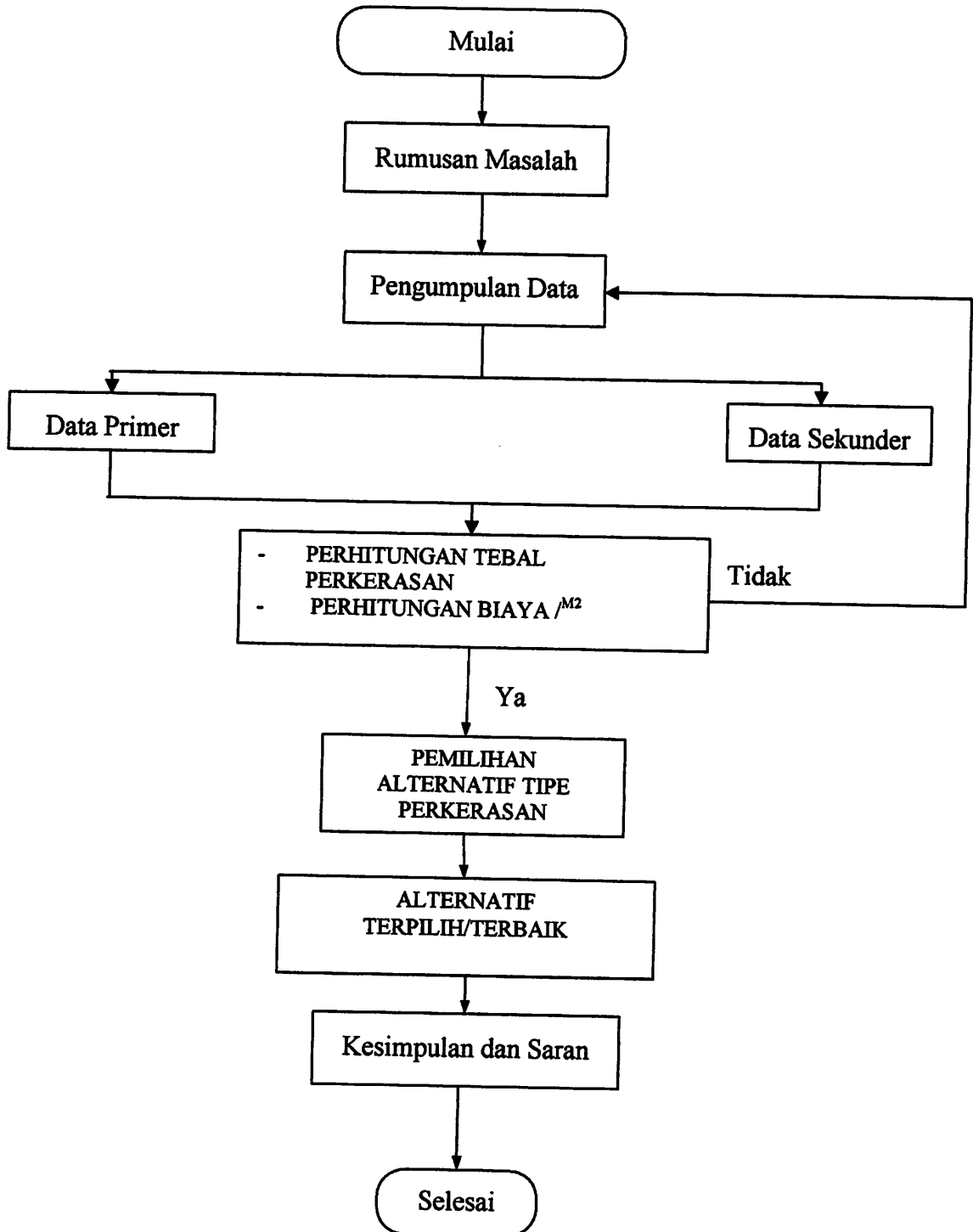
Pemilihan Alternatif terbaik dari kedua tipe perkerasan dapat ditentukan berdasarkan total *score*

No	KRITERIA	BOBOT RELATIF	Alternatif I		Alternatif II	
			Score		Score	
			Rata-rata	Terbobot	Rata-rata	Terbobot
1.	Biaya	0,106				
2.	Stabilitas	0,106				
3.	Durabilitas	0,106				
4.	Waktu pelaksanaan	0,101				

5.	Fleksibilitas	0,096				
6.	Ketahanan/tahan geser	0,085				
7.	Peralatan	0,080				
8.	Ketahanan terhadap kelelahan	0,074				
9.	Kedap Air	0,069				
10.	Bahan	0,064				
11.	Tenaga	0,059				
12.	Mudah dilaksanakan	0,053				
	TOTAL	1,00				

Tahapan-tahapan proses kegiatan yang dilakukan dalam skripsi ini secara garis besar dapat dilakukan dengan mengikuti bagan alir pada gambar 3.5

3.5 Alur Kerja Kegiatan



Bagan 3.1. Alur Kerja Kegiatan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Tebal Lapisan perkerasan

Data-data lalu lintas :

1. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1) = 21466 Kendaraan
2. Pick up 5 ton (2+3) = 1882 Kendaraan
3. Bus 8 ton (3+5) = 170 Kendaraan
4. Truk 2 as 10 ton (4+6) = 155 Kendaraan
5. Truk 2 as 13 ton (5+8) = 0 Kendaraan

(Sumber : dari PT.YODYA KARYA)

Dalam perencanaan tebal ini perhitungan hanya mencakup lapisan permukaan saja (*surface course*). Dari hasil perhitungan untuk masing-masing perkerasan (lampiran 1) didapat tebal perkerasan lapisan permukaan :

1. Asbuton

Tebal Lapisan Asbuton = 14 cm

2. *Hot mix*

Tebal Lapisan *Hot mix* = 12 cm

4.2 Analisa Biaya Alternatif Perkerasan

Analisa biaya proyek untuk membandingkan kedua alternatif dilakukan berdasarkan harga masing-masing perkerasan jalan.

Tabel 4.1 Analisa Biaya Pekerjaan Pengaspalan (Per Meter Persegi)

No	Jenis Perkerasan	Analisa Biaya			Total
		Tenaga (Rp)	Bahan (Rp)	Alat (Rp)	
1	Aspal Buton	3.795	68.210	57.895	129.900
2	Hot mix	5.997	75.602	60.582	142.181

(Sumber : dari PT.YODYA KARYA dan Dinas Bina Marga Sulawesi Selatan)

4.2.1 Aspal Buton

Dari data didapat :

$$\text{Panjang jalan} = 3565 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bahu jalan} = 7 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas jalan} &= 3565 \times 7 \\ &= 24955 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total pembangunan pengaspalan keseluruhan} &= 24955 \times \\ 129.900 &= \text{Rp. } 3.241.654.500 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Biaya pemeliharaan rutin dan berkala perkerasan asbuton pada awal tahun rencana (tahun ke 1)

$$\begin{aligned} \text{a. Biaya Pemeliharaan Rutin} &= 20\% \times \text{Biaya total pembangunan} \\ &= 20\% \times \text{Rp. } 3.241.654.500 \\ &= \text{Rp. } 648.330.900 \end{aligned}$$

$$\text{b. Biaya pemeliharaan berkala} = 50\% \times \text{Rp. } 3.241.654.500$$

= Rp 1.620.827.250

Pengeluaran biaya pembangunan dan pemeliharaan perkerasan Apal Buton baik pemeliharaan berkala maupun pemeliharaan rutin dengan asumsi kenaikan inflasi 8% per tahun akibat dari kenaikan harga-harga dapat dirincikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.2. Perhitungan PV (Present Value) biaya perkerasan Aspal Buton

Tahun (n)	Biaya Awal Pembangunan	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Berkala	Total	Nilai PV
0	3.241.654.500			3.241.654.500	3.241.654.500
2		700.197.372		700.197.372	600.279.207
4		816.710.213		816.710.213	600.282.006
5			2.205.117.579	2.205.117.579	1.500.803.024
6		952.610.792		952.610.792	600.335.321
8		1.111.125.227		1.111.125.227	600.340.960
10			3.240.041.172	3.240.041.172	1.500.787.071
12		1.511.673.602		1.511.673.602	600.285.587
TOTAL					9.244.767.676

Cara Menghitung Metode Nilai Sekarang (NVP)

Secara matematis NPV ini dapat dituliskan dengan :

$$NPV = \sum_{t=0}^n F_t (P/F, i \%, t)$$

Dimana :

F_t = besarnya aliran dana pada tahun ke -t

n = Umur proyek

contoh perhitungan NPV pada Pemeliharaan Rutin tahun ke 2

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \sum_{t=0}^n F_t (P/F, i \%, t) \\ &= 700.197.372 (P/F, 8\%, 3) \\ &= 600.279.207 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan NPV berikutnya dengan cara yang sama seperti di atas.

Dari hasil perhitungan biaya pembangunan menggunakan perkerasan asbuton (aspal buton), setiap 2 tahun sekali untuk pemeliharaan rutin dan 5 tahun sekali untuk pemeliharaan berkala. Untuk alternatif type perkerasan Aspal Buton adalah sebesar Rp. 9.244.767.676

4.2.2 Hot mix

$$\begin{aligned} \text{Panjang jalan} &= 3.565 \text{ m} \\ \text{Lebar bahu jalan} &= 7 \text{ m} \\ \text{Luas jalan} &= 3565 \times 7 \\ &= 24955 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total pembangunan pengaspalan keseluruhan} &= 24955 \times \\ 142.181 &= \text{Rp. } 3.548.126.855 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Biaya pemeliharaan rutin dan berkala perkerasan *Hot mix* pada awal tahun rencana (tahun ke 1).

$$\begin{aligned} \text{a. Biaya pemeliharaan rutin} &= 20\% \times \text{Biaya total pembangunan} \\ &= 20\% \times \text{Rp. } 3.548.126.855 \\ &= \text{Rp. } 709.652.371 \end{aligned}$$

b. Biaya pemeliharaan berkala= 50% x Rp. 3.548.126.855
 = Rp 1.792.063.428

Pengeluaran biaya pemeliharaan perkerasan Lapisan Hotmix baik pemeliharaan berkala maupun pemeliharaan rutin dengan asumsi kenaikan inflasi 8% per tahun yang diakibatkan oleh kenaikan harga barang pokok dapat dirincikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Perhitungan PV (Present Value) biaya perkerasan *Hot mix*

Tahun (n)	Biaya Awal Pembangunan	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Berkala	Total	Nilai PV
0	3.548.126.855			3.548.126.855	3.548.126.855
2		766.424.560		766.424.560	657.055.775
4		893.957.606		893.957.606	657.058.840
5			2.438.082.509	2.438.082.509	1.659.358.956
6		1.042.710.151		1.042.710.151	657.115.937
8		1.216.217.120		1.216.217.120	657.122.110
10			3.582.343.085	3.582.343.085	1.659.341.317
12		1.654.649.857		1.654.649.857	657.061.458
TOTAL					10.152.241.248

Cara Menghitung Metode Nilai Sekarang (NVP)

Secara matematis NPV ini dapat dituliskan dengan :

$$NPV = \sum_{t=0}^n F_t (P/F, i \%, t)$$

Dimana :

F_t = besarnya aliran dana pada tahun ke -t

n = Umur proyek

contoh perhitungan NPV pada Pemeliharaan Rutin tahun ke 2

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \sum_{t=0}^n F_t (P/F, i \%, t) \\ &= 766.424.560 (P/F, 8\%, 3) \\ &= 657.055.775 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan NPV berikutnya dengan cara yang sama seperti di atas.

Hasil perhitungan biaya pembangunan menggunakan perkerasan *Hot mix* setiap 2 tahun sekali untuk pemeliharaan rutin dan 5 tahun untuk pemeliharaan berkala. Untuk alternatif tipe perkerasan *Hot mix* adalah sebesar Rp. 10.152.241.248

4.3 Pemilihan Alternatif Perkerasan

4.3.1 Penentuan Bobot Relatif

Dengan diketahuinya nilai PV biaya masing-masing alternatif, maka dilanjutkan dengan membandingkan dari 2 (dua) alternatif perkerasan yang mana paling efisien berdasarkan kriteria dari masing-masing alternatif perkerasan seperti yang telah diuraikan sama dengan pada Bab. III. Penentuan bobot untuk masing-masing kriterium dilakukan sedemikian sehingga kepentingan relatifnya terkuantifikasi dalam skala tanpa dimensi, yaitu dari 0 sampai dengan 1.

Untuk dapat mewakili kepentingan masing-masing kriterium, maka semua kriterium diurutkan tingkat kepentingannya, dari yang

paling penting sampai yang kurang penting dan diberi bobot pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Penentuan Bobot Relatif

Urutan	Kriteria	Bobot	Bobot Relatif
1	a	1,00	0,106
2	b	1,00	0,106
3	c	1,00	0,106
4	d	0,95	0,101
5	e	0,90	0,096
6	f	0,80	0,085
7	g	0,75	0,080
8	h	0,70	0,074
9	i	0,65	0,069
10	j	0,60	0,064
11	k	0,55	0,059
12	l	0,50	0,053
Total		9,40	1.00

4.3.2 Penentuan Skala Kinerja

Penentuan skala kinerja dilakukan dengan menggunakan skala Likert dari 1 sampai dengan 5, untuk menyatakan kinerja masing-masing alternatif seperti yang telah diuraikan pada Bab. III, dengan memberikan batasan-batasan nilai untuk masing-masing kriteria, sehingga akan memudahkan dalam menentukan skala kinerja seperti pada tabel 4.5

Dalam memberi batasan nilai masing-masing kriteria dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Biaya : Pemberian nilai maksimum dan minimum dapat dilakukan dengan mengambil nilai maksimum dan nilai minimum dari kriteria yaitu PV biaya.
- Stabilitas : Kemampuan perkerasan jalan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk/tetap setabil tidak bergerak walupun dilewati oleh kendaraan berat
- Durabilitas : Kemampuan perkerasan untuk menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperature.
- Waktu Pelaksanaan : Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan dari masing-masing alternatif type perkerasan.
- Fleksibilitas/Kelenturan: Kemampuan perkerasan untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (*konsolidasi/settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa terjadi retak
- Ketahanan/tahan geser : kemampuan permukaan perkerasan aspal terutama pada kondisi basah, memeberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau selip.
- Peralatan : Ketersediaan peralatan yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan pembagunan dari masing-masing alternatif

- Ketahanan terhadap kelelahan : Kemampuan perkerasan aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.
- Kedap air : Kemampuan aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara kebagian dalam beton aspal.
- Bahan : Ketersediaan bahan yang akan dipakai untuk pelaksanaan pembangunan dari masing-masing alternatif tipe perkerasan
- Tenaga : Kebutuhan akan tenaga pelaksana pekerjaan pembangunan untuk masing-masing alternatif type perkerasan
- Mudah dilaksanakan : adalah kemampuan campuran perkerasan aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan

Tabel 4.5. Batasan Skor Skala Likert

NO	KRITERIA	BATASAN NILAI SKALA LIKERT				
		1	2	3	4	5
1	Biaya	7 milyar	6 milyar	5 milyar	4 milyar	3 milyar
2	Stabilitas	< 100 ton/mm	< 200 ton/mm	< 300 ton/mm	< 400 ton/mm	< 500 ton/mm
3	Durabilitas	mudah rusak	tidak awet	cukup awet	Awet	sangat awet
4	Waktu Pelaksanaan	12 bulan	10 bulan	8 bulan	6 bulan	4 bulan
5	Fleksibilitas	tidak lentur	kurang lentur	cukup lentur	Lentur	sangat lentur
6	Ketahanan/Tahan Geser	sangat kurang	kurang	cukup tahan	tahan	sangat tahan
7	Peralatan	sangat kurang	kurang	cukup banyak	Banyak	sangat banyak
8	Ketahanan terhadap kelelahan	tidak tahan	kurang tahan	cukup tahan	Tahan	sangat tahan
9	Kedap Air	Mudah meresap	Meresap	cukup kedap	Kedap	sangat kedap
10	Bahan	tidak ada	Kurang	cukup banyak	Banyak	sangat banyak
11	Tenaga	sangat kurang	kurang	Cukup	Banyak	sangat banyak
12	Mudah dilaksanakan	sangat sulit	Sulit	cukup mudah	Mudah	sangat mudah

Berdasarkan batasan pada tabel 4.5 maka skala kinerja dari jawaban responden pada masing-masing alternatif ditunjukkan dalam tabel 4.6 dan table 4.7

Tabel 4.6 Skala Kinerja Alternatif Perkerasan Asbuton

No Responden	Kriteria Asbuton											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3
2	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3
3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3
4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3
5	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3
Rata-rata	4	3	3	4	3	3.6	3	3.4	3	3	3.2	3

Tabel 4.7 Skala Kinerja Alternatif Perkerasan *Hot mix*

No Responden	Kriteria <i>Hot mix</i>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4	4	3	4	3	3	4	4	3	5	5	5
2	4	4	3	4	3	4	4	4	4	5	5	5
3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
4	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	5	4
5	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4
Rata-rata	4	4	3	4	3	3.4	3.8	3.6	3.4	4	4.4	4.4

4.3.3 Perbandingan Alternatif

Dengan cara Metode Weighted Sum Model (WSM) yaitu dengan mengalikan bobot relatif dengan nilai dari pada masing-masing kriteria, sehingga akan didapat hasil dari masing-masing kriteria yang setelah dijumlahkan hasilnya terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Analisa Metode WSM

No	KRITERIA	BOBOT RELATIF	ALTERNATIF I		ALTERNATIF II	
			Skor		Skor	
			Rata-rata	Terbobot	Rata-rata	Terbobot
1	Biaya	0,106	4	0,424	4	0,424
2	Stabilitas	0,106	3	0,318	4	0,424
3	Durabilitas	0,106	3	0,318	3	0,318
4	Waktu pelaksanaan	0,101	4	0,404	4	0,404
5	Fleksibilitas	0,096	3	0,288	3	0,288
6	Ketahanan/tahan geser	0,085	3,6	0,306	3,4	0,289
7	Peralatan	0,080	3	0,24	3,8	0,304
	Ketahanan terhadap kelelahan	0,074	3,4	0,251	3,6	0,266
9	Kedap Air	0,069	3	0,207	3,4	0,234
10	Bahan	0,064	3	0,192	4	0,256
11	Tenaga	0,059	3,2	0,188	4,4	0,259
12	Mudah dilaksanakan	0,053	3	0,159	4	0,212
	Total Skor	1,00		3,295		3,678

Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan metode Weighted Sum Model (WSM) terhadap 12 aspek yang di pertimbangkan, maka:

- Hasil Analisa kinerja teknis menunjukkan bahwa perkerasan Hot mix merupakan yang paling baik dan terpilih.
- Dari hasil perhitungan biaya dari masing-masing perkerasan didapat biaya yang termurah adalah perkerasan asbuton.
- Perhitungan perbandingan alternatif I dan II antara teknis dan biaya dengan analisa metode Weighted Sum Model (WSM) didapat alternatif II yaitu Hot mix yang terpilih.

Dengan demikian dari kedua alternatif diatas nilai yang paling efisien terdapat pada perkerasan Hotmix (AC-WC) dalam kurun waktu umur rencana 12 tahun dengan biaya lebih mahal dari pada perkerasan Asbuton namun dari segi teknis yang meliputi stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, ketahanan geser, ketahanan terhadap kelelahan, kedap air dan mudah pelaksanaannya perkerasan *hot mix* mempunyai kekuatan paling baik sehingga akan menjadi lebih efisien dan memberikan penghematan untuk dijadikan pilihan alternatif pembangunan perkerasan pada ruas jalan Urip Sumoharjo Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab IV, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja teknis dari masing-masing type perkerasan menunjukkan bahwa perkerasan Hot mix adalah yang paling baik dengan perbandingan skala hasil kinerja teknis yaitu 3,678.
2. Perhitungan biaya dengan menggunakan Metode Present Value didapat biaya masing-masing type perkerasan yaitu untuk perkerasan Aspal Buton diperoleh biaya = Rp. 9.244.767.676, dan untuk perkerasan Hot mix = Rp. 10.152.241.248. Perkerasan Asbuton merupakan yang termurah dari segi biaya.
3. Berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan metode Weighted Sum Model (WSM) terhadap 12 aspek yang dipertimbangkan , maka alternative yang paling efisien dan ekonomis adalah perkerasan Hotmix (Laston AC-WC).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mempertimbangkan aspek

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk cakupan wilayah penelitian yang lebih luas sehingga hasil penelitian dapat di generalisir untuk cakupan wilayah yang luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007, *Data Ruas Jalan Provinsi Dinas Kimpraswil Provinsi Sulawesi Selatan*, Makassar
- Asyanto, 2008, *Metode Konstruksi Proyek Jalan*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Alamsyah Ansyori Alik, 2006, *Rekayasa Jalan Raya*, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Tabel Perkerasan Jalan raya dengan Metode Analisa Komponen*, Jakarta
- E.P DeGarmo, W.G Sullivan, J.R Canada, 1994, *Engineering Economy*, Seventh Edition Macmillan Publishing Company, a divion of Macmillan, Inc
- Giatman M. MSIE, 2005, *Ekonomi Teknik*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Hardiyatmo Christadi haery, 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Universitas Gajah Mada Yokyakarta
- Hendarsin. L. Shirly, 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Poleteknik Negeri Bandung.
- I. Nyoman Pujawan, 1995, *Ekonomi Teknik*, PT. Guna Widya. Jakarta
- Oglesby. H. Clarkson, Hicks Gary.R, 1996, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta.
- Soeharto Imam, 1995, *Manajemen Proyek Dari Konsepsual sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta
- Soedarsono Untung Djoko, 1993, *Konstruksi Jalan Raya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan
- Sukiman, Silvia, 2003, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*, Nova Bandung
- Suprpto, 2004, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Universitas`Gajah Mada, Yokyakarta
- Triantaphillon, E, 2000, *Multi Criteria Decision making Methodes : A Comparison Study*, Kluwer Academic Publisers

Taff A. Charles, Sinaga Marianus, 1994, *Manajemen Transportasi dan Distribusi Fisis*, Erlangga Jakarta

Widyawati Budikusuma, 2011, *Ekonomi Teknik*, Bayu Media Malang

PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN

1. PERHITUNGAN ANGKA EKUIVALEN KENDARAAN

A. DATA PERENCANAAN

Tebal perkerasan untuk jalan 2 jurusan, data lalu lintas tahun 2010 seperti dibawah ini dan umur rencana 12 tahun, FR = 0,5 dan CBR tanah dasar 2,7%.

1. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	=	21466	Kendaraan
2. Pick up 5 ton (2+3)	=	1882	Kendaraan
3. Bus 8 ton (3+5)	=	170	Kendaraan
4. Truk 2 as 10 ton (4+6)	=	155	Kendaraan
5. Truk 2 as 13 ton (5+8)	=	0	Kendaraan

LHR 2010 = 23673 Kendaraan/hari/2 jurusan

Perkembangan lalu lintas (i) = 0 tahun = 0,0 %

= 12 tahun = 7,5 %

Bahan-bahan perkerasan :

- Pelaburan Laston (AC-WC)
- Batu pecah (CBR 100) = 15 cm
- Sirtu (CBR) = 20 cm

B. Perhitungan LHR

LHR pada tahun ke 0 dan ke 12 (akhir umur rencana) :

LHR pada tahun ke 0 (akhir umur rencana), dengan rumus : $(1+i)^n$:

1. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1)	=	21466	Kendaraan
2. Pick up 5 ton (2+3)	=	1882	Kendaraan
3. Bus 8 ton (3+5)	=	170	Kendaraan

- | | | | |
|---------------------------|---|-----|-----------|
| 4. Truk 2 as 10 ton (4+6) | = | 155 | Kendaraan |
| 5. Truk 2 as 13 ton (5+8) | = | 0 | Kendaraan |

LHR pada tahun ke 12 (akhir umur rencana = tahun 2022, dengan rumus : $(1+i)^n$:

- | | | | |
|---------------------------------|---|-----------|-----------|
| 1. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1) | = | 51127,280 | Kendaraan |
| 2. Pick up 5 ton (2+3) | = | 4482,360 | Kendaraan |
| 3. Bus 8 ton (3+5) | = | 404,89 | Kendaraan |
| 4. Truk 2 as 10 ton (4+6) | = | 369,16 | Kendaraan |
| 5. Truk 2 as 13 ton (5+8) | = | 0 | Kendaraan |

B. Perhitungan Angka Ekuivalen

Menghitung angka ekuivalen masing-masing kendaraan :

- | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------------|---|--------|
| - Kendaraan ringan 2 ton (1+1) | = | 0,0002 + 0,0002 | = | 0,0004 |
| - Pick up 5 ton (2+3) | = | 0,0036 + 0,0183 | = | 0,0219 |
| - Bus 8 ton (3+5) | = | 0,0183 + 0,1410 | = | 0,1593 |
| - Truck 2 as 10 ton (4+6) | = | 0,0577 + 0,2923 | = | 0,3500 |
| - Truck 2 as 13 ton (5+8) | = | 0,2923 + 0,7452 | = | 0,0375 |

Menghitung LEP :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

- | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------------|---|--------|
| 1. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1) | 0,5 x | 21466 x 0,0004 | = | 4,293 |
| 2. Pick up 5 ton (2+3) | 0,5 x | 1882 x 0,0219 | = | 20,607 |
| 3. Bus 8 ton (3+5) | 0,5 x | 170 x 0,1593 | = | 13,540 |
| 4. Truk 2 as 10 ton (4+6) | 0,5 x | 155 x 0,3500 | = | 27,125 |
| 5. Truk 2 as 13 ton (5+8) | 0,5 x | 0 x 0,0375 | = | 0 |

$$\sum LEP = 65,565$$

Menghitung LEA :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

LEA 12 tahun

1. Kendaraan Ringan 2 ton (1+1) $0,5 \times 51127,280 \times 0,0004 = 10,225$
2. Pick up 5 ton (2+3) $0,5 \times 4482,360 \times 0,0219 = 49,081$
3. Bus 8 ton (3+5) $0,5 \times 404,89 \times 0,1593 = 32,249$
4. Truk 2 as 10 ton (4+6) $0,5 \times 369,16 \times 0,3500 = 64,603$
5. Truk 2 as 13 ton (5+8) $0,5 \times 0 \times 0,0375 = 0$

$$\sum LEA_{10} = 156,158$$

Menghitung LET (Lintas Ekuivalen Tengah) :

$$\begin{aligned} \text{➤ LET 12 tahun} \quad LET_0 &= \frac{1}{2} (LEP + LEA_0) \\ &= \frac{1}{2} (65,565 + 156,158) \\ &= 110,861 \end{aligned}$$

Menghitung LER (Lintas Ekuivalen Rencana) :

$$\begin{aligned} \text{➤ LER 12 tahun} \quad LER_{12} &= LET_{12} \times \frac{UR}{10} \\ &= 110,861 \times \frac{12}{10} \\ &= 133,033 \end{aligned}$$

Mencari ITP :

CBR tanah Dasar	= 2,7 %
DDT	= 3,6 Ipt (Kolerasi DDT dan CBR)
IPt	= 2.000 (daftar V) jalan arteri
FR	= 0,500 (daftar IV)
LER	= 0
ITP	= 0
Lintas Ekuivalen Rencana $LER_{10 \text{ tahun}}$ (3,9-3,5)	= 133,033 $1ITP_{12 \text{ tahun}} = 8,4$ (IP =

2. PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN

Menetapkan tebal perkerasan :

Menentukan tebal lapis

Kekuatan Jalan

$$\text{Batu pecah} = 15 \text{ cm} = 60 \% \times 15 \times 0,12 = 1,08$$

$$\text{Sirtu (CBR 50\%)} = 20 \text{ cm} = 100 \% \times 20 \times 0,12 = \underline{2,40+}$$

$$= 3,48 \text{ (ITP ada)}$$

A. Lapisan HOT MIX

Untuk UR 0 Tahun :

$$\Delta ITP = ITP_{ada} = 3,48$$

$$3,48 = 0,4 \times D_1$$

$$D_1 = 8,7 \text{ cm}$$

= 9 cm untuk laston

Untuk UR 10 tahun :

$$\Delta ITP = ITP_{10} - ITP_{ada}$$

$$= 8,4 - 3,48$$

$$= 4,92$$

$$\Delta ITP = a_1 \times D_1$$

$$4,92 = 0,4 \times D_1$$

$$D_1 = 12,3 \text{ cm}$$

= 12 cm laston

B. Lapisan Asbuton

Untuk UR 0 Tahun :

$$\Delta ITP = ITP_{ada} = 3,48$$

$$3,48 = 0,35 \times D_1$$

$$D_1 = 9,94 \text{ cm}$$

= 10 cm untuk Asbuton (MS 744)

Untuk UR 10 tahun :

$$\Delta ITP = ITP_{10} - ITP_{ada}$$

$$= 8,4 - 3,48$$

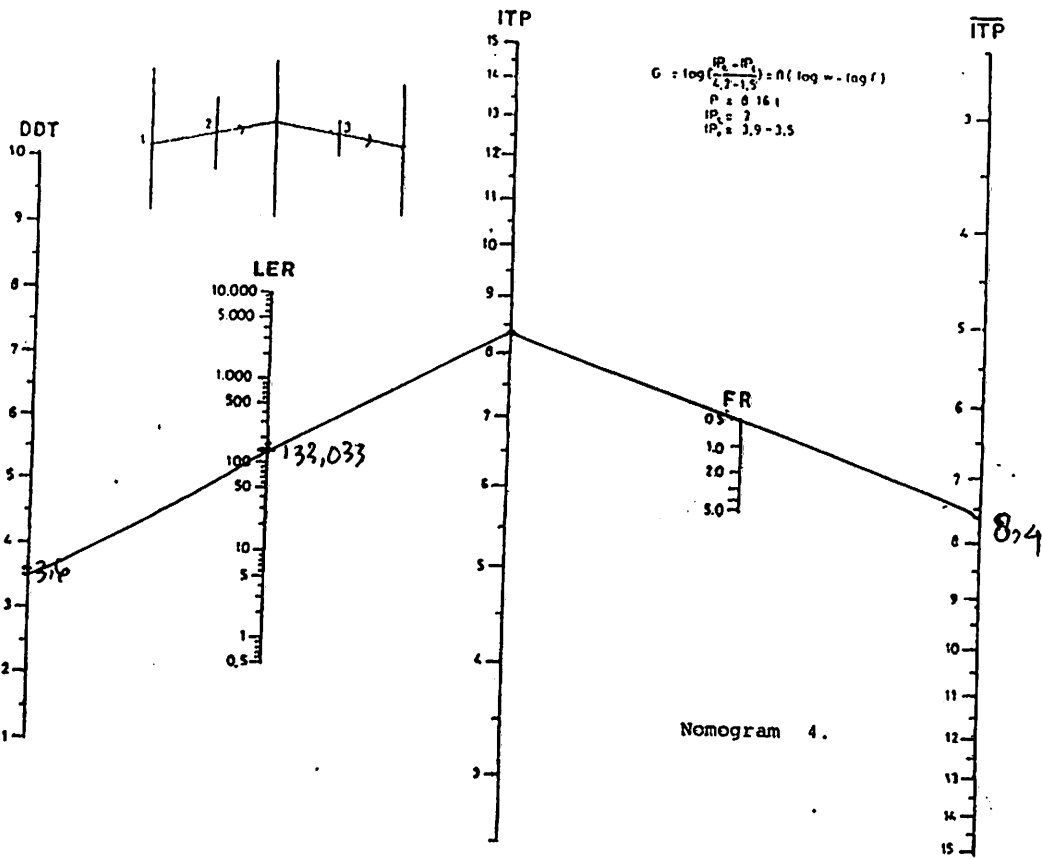
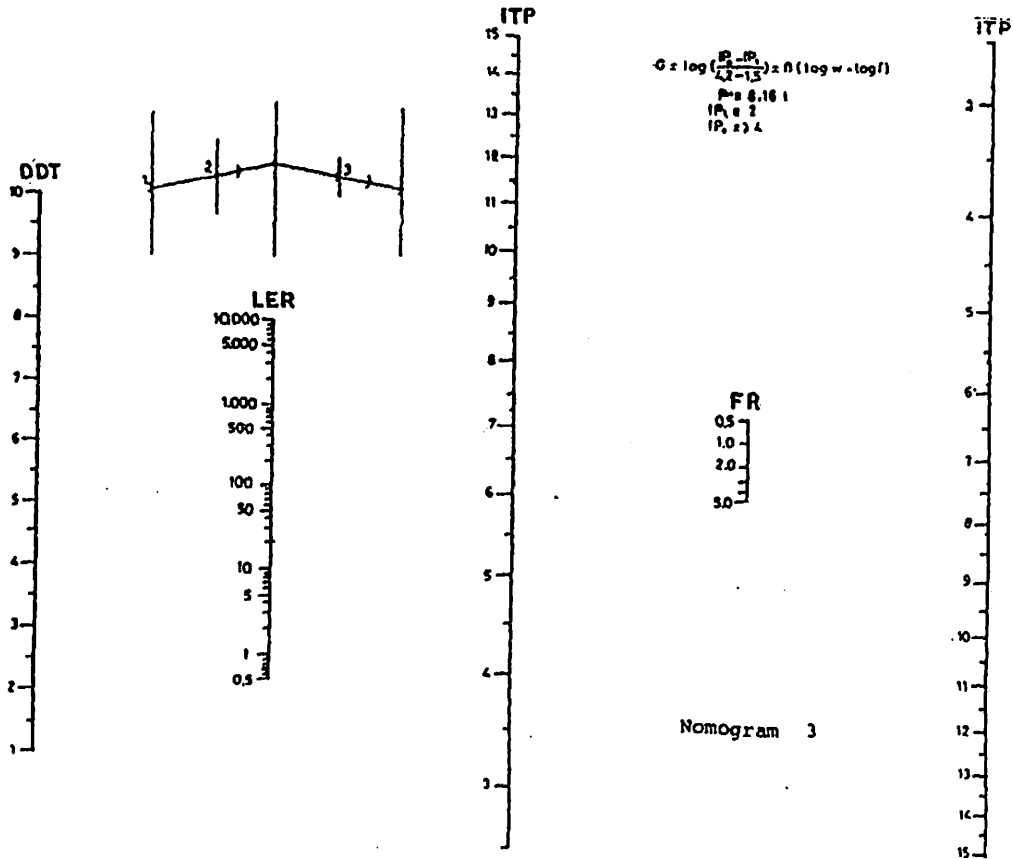
$$= 4,92$$

$$\Delta ITP = a_1 \times D_1$$

$$4,92 = 0,35 \times D_1$$

$$D_1 = 14,05 \text{ cm}$$

= 14 cm untuk Abuton (MS 744)



**FORMULIR STANDAR UNTUK
PEREKAMAN ANALISA Masing-masing HARGA SATUAN**

KEGIATAN

NAMA PAKET

PROVINSI/KABUPATEN

ITEM PEMBAYARAN NO.

: SKh. 6.3a (2a)

JENIS PEKERJAAN

: Camp. Panas Asbuton Lap. Permuk. Antara (AC-BC AsbP)

PERKIRAAN VOL. PEK.

: 8,200.00

SATUAN PEMBAYARAN

: M3

1 TOTAL HARGA (Rp.)

: 1,171,898,000.00

% THD. BIAYA PROYEK

: 85.94

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANITTAS	HARGA SATUJAH (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja (L01)	Jam	0.8960	3,750.00	3,360.00
2.	Mandor (L03)	Jam	0.0450	6,000.00	435.00
JUMLAH HARGA TENAGA					3,795.00
B. BAHAN					
1.	Agregat Kasar (M03)	M3	0.3560	139,694.39	49,000.00
2.	Agregat Halus (M04)	M3	0.1250	153,201.84	19,000.00
3.	Filer (M05)	Kg	0.0000	111.68	0.00
4.	As Pen 60 (M52)	Kg	0.0500	12,630.00	298.00
5.	Asbuton Murni (M63)	Kg	0.0000	31,410.00	0.00
6.	Asb. Pre ProCa (M64)	Kg	0.0000	0.00	0.00
7.	Asb. Butir (M65)	Kg	0.0020	1,300.00	2.00
JUMLAH HARGA BAHAN					68,210.00
C. PERALATAN					
1.	Wheel Loader (E15)	Jam	0.0215	347,784.60	7,477.37
2.	AMP (E01)	Jam	0.0024	4,616,362.92	10,848.45
3.	Geneset (E12)	Jam	0.0312	351,054.44	10,832.90
4.	Dump Truck (E09)	Jam	0.0562	249,432.20	14,018.09
5.	Asphalt Finisher (E02)	Jam	0.0325	200,857.52	6,527.87
6.	Tandem Roller (E17)	Jam	0.0430	211,320.54	9,092.97
7.	F. Tyre Roller (E18)	Jam	0.0321	237,886.16	7,642.93
8.	Alat Bantu	Ls	1.0000	1,000.00	1,000.00
JUMLAH HARGA PERALATAN					57,895.00
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					129,900.00
E. OVERHEAD & PROFIT 10.0 % x D					12,990.00
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					142,890.00

- Nota: 1 SATUAN dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
 2 Kuantitas satuan adalah kuantitas setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor nota pembayaran.
 3 Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis dipakai dan operator.
 4 Biaya satuan sudah termasuk pengalokasian untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayar dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

PEMBANGUNAN JALAN & JEMBATAN METROPOLITAN MAKASSAR
PENINGKATAN JALAN TERUSAN URIP SUMOHARJO, MAKASSAR

ANALISA HARGA SATUAN

AMP : PT. CISCO SINAR JAYA
Paket : Pembangunan Jalan & Jembatan Metropolitan Makassar
Jenis Pekerjaan : AC - WC
Satuan Pembayaran : M²

No	KOMPONEN	SATUAN	HARGA	JUMLAH HARGA
1	TENAGA	Jam	5.997	5.997
2	BAHAN	M3	75.602	75.602
3	PERALATAN	Jam	60.582	60.582
4	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN			142.181

Disetujui Oleh
PU BINA MARGA
PENGAWAS LAPANGAN

Diperiksa Oleh
Konsultan Supervisi
PT. YODYA KARYA (Persero)

Dibuat Oleh
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. CISCO SINARJAYA

SUHAERUL, ST
NIP : 110 050 517

IR. FARADIBAH HAMID
Quality Engineer

HENGKI SUPRAPTO, ST
General Superintendent