

## OPTIMASI BIAYA PEKERJAAN ASPAL HOT MIX DENGAN MODEL PENUGASAN (*ASSIGNMENT MODEL*) PADA PROYEK JALAN DI BALI

G.N.P Suwandira<sup>1</sup>, Retno Indryani<sup>2</sup> dan Ida Ayu Rai Widhiawati<sup>3</sup>

**Abstrak:** Aspal hot mix merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Pada tahun 2004 di Bali terdapat 55 proyek yang dilayani oleh 10 alat pencampur aspal hot mix (*Asphalt Mixing Plant/ AMP*), akibat keterbatasan AMP menyebabkan terjadinya keterlambatan proyek.

Tesis ini bertujuan untuk melakukan optimasi biaya pekerjaan aspal hot mix dengan model penugasan (*Assignment*). Optimasi biaya dilakukan dengan mengatur alokasi AMP untuk memenuhi kebutuhan proyek. Analisa dilakukan dengan menghitung kebutuhan hot mix masing-masing proyek, harga sewa, biaya mobilisasi dan demobilisasi.

Dari hasil analisis diperoleh penugasan masing-masing AMP yaitu PT. Kresna Karya, PT. Tunas Jaya Sanur, PT. Adi Murti, PT. Sinar Bali, PT. Darma Buana Karya, PT. AKAS, PT. Sumber Karisma Jaya dan PT. Dwi Arta Yuda Utama sebanyak 6 penugasan. PT. Makura mendapat 4 penugasan dan PT. Harapan Jaya mendapat 3 penugasan. Total biaya sebesar Rp. 29.456.132.296,00, sedangkan biaya total minimum dari palaksanaan riil dilapangan diperoleh biaya sebesar Rp. 32.347.308.872,00. Jadi, dengan model penugasan diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 2.891.176.576,00.

Kata kunci: optimasi, aspal hot mix, model penugasan.

## OPTIMALIZATION COST OF HOT MIX ASPHALT PROJECT BY ASSIGMENT MODEL ON ROAD PROJECT IN BALI

**Abstact:** Hot mix asphalt is one kind of the material, which is used for road pavement. In 2004 there were 55 projects served by 10 Asphalt Mixing Plants/AMP in Bali, due to limited AMP causes the project delayed.

The objective of this research is to optimized the project cost of hot mix asphalt based on assignment model. Cost optimalization is undertaken by regulating AMP allocation to fulfill the project need. The analysis is undertaken through the calculation the need of hot mix for each project, lease cost, mobilization as well as demobilization cost.

Based on the result of analysis, it is found that assignment for each AMP, is as follows: PT. Kresna Karya, PT. Tunas Jaya Sanur, PT. Adi Murti, PT. Sinar Bali, PT. Darma Buana Karya, PT.AKAS, PT. Sumber Karisma Jaya and PT. Dwi Arta Yuda Utama with 6 assignment, PT. Makura got 4 assigment and PT. Harapan Jaya got 3 assigment. Total Cost is Rp 29,456,132,296, while minimum total cost from real implementation of the project site is found Rp 32,347,308,872. Hence, the efficiency found by using this assignment model is about Rp. 2.891.176.576,00.

Keywords: optimalization, hot mix asphalt, assignment model.

---

<sup>1</sup> Alumnus dari Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana Kerjasama dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

<sup>3</sup> Dosen Program Magister Teknik Sipil, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Prasarana transportasi merupakan hal yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu diperlukan sarana dan prasarana yang memadai salah satunya adalah jalan. Jalan yang memadai adalah selain nyaman bagi pengguna juga lapisan perkerasannya harus memenuhi syarat spesifikasi sehingga sesuai dengan umur rencana. Lapisan perkerasan yang memenuhi syarat adalah asphalt hot mix.

Dewasa ini banyak jalan di Bali menggunakan perkerasan lapisan asphalt hot mix, sehingga menyebabkan permintaan terhadap asphalt hot mix semakin meningkat dan mempengaruhi pengiriman ke lokasi proyek yaitu pada proyek tahun anggaran 2004 dengan jumlah ruas yang ditangani sebanyak 55 ruas jalan tersebar di seluruh Bali dengan jumlah AMP sebanyak 10 perusahaan yang berlokasi di Bali. Hal ini juga sangat berkaitan dengan alat-alat berat sebagai fasilitas pengerjaan asphalt hot mix khususnya pada kegiatan proyek yang banyak dan bersamaan. Sehingga diperlukan asphalt hot mix yang memadai untuk itu diperlukan AMP (*Asphalt Mixing Plant*) dan alat-alat berat yang nantinya dapat memenuhi kebutuhan proyek tersebut. Pembangunan dan pemeliharaan jalan di Bali sebagian besar adalah proyek yang didanai oleh pemerintah sehingga semua kegiatan proyek pelaksanaannya bersamaan pada tahun anggaran yang sama, dan seringkali suatu proyek mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya sehingga tidak sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Terjadinya keterlambatan tersebut sering disebabkan oleh pendistribusian asphalt dan penugasan alat-alat berat yang tidak sesuai karena keterbatasan alat, sehingga tidak lagi mampu melayani proyek pada waktu yang bersamaan. Akibatnya salah satu proyek harus menunggu alat berat yang masih dipergunakan pada proyek yang lain, dengan demikian diperlukan pengalokasian peralatan dan pendistri-

busian asphalt hot mix ke berbagai proyek pada saat pelaksanaan kegiatan bersamaan dengan metoda penugasan (*assignment*) sehingga proyek dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan dan total biaya peralatan untuk asphalt hot mix dapat diminimumkan.

### Tinjauan Pustaka

#### Aspal Beton

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapisan perkerasan konstruksi jalan yang merupakan perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu.

#### Jenis-jenis Aspal

Aspal beton dapat digolongkan menjadi beberapa jenis :

#### Lapis aspal beton (laston) / *Asphalt Treated Base (ATB)*

Merupakan campuran antara agregat kasar (maks size  $\frac{3}{4}$ " ), bau batu (maks size  $\frac{3}{8}$ " ) pasir dan filler dengan material aspal, perbandingan sesuai dengan job mix formula. *Hot Rolled Sheet (HRS)*/ Lapis tipis aspal beton (Laston) merupakan campuran agregat kasar (ukuran maksimum  $\frac{3}{4}$ " ), abu batu (maksimum ukuran  $\frac{3}{8}$ " ), pasir dan filler dengan material aspal, perbandingan sesuai dengan job mix formula.

#### AC (*Asphalt Concrete*)

Lapisan ini terdiri dari tiga jenis campuran yaitu Lasaton aus 1 (untuk lapis permukaan), mempunyai ukuran butir agregat maksimum 25,4 mm, Laston aus 2 (untuk lapis perata atau lapis atas) mempunyai ukuran butir agregat maksimum dan Laston pondasi (untuk laston bawah) mempunyai ukuran butir agregat maksimum 37,5 mm.

**Alat-alat Berat Perkerasan Hot Mix**

Alat-alat berat yang dipergunakan dalam pekerjaan lapisan hot mix adalah sebagai berikut :

- Asphalt Distributor (Distributor aspal).  
Alat ini merupakan truk yang dimodifikasi sesuai dengan fungsinya. Fungsi dari alat ini adalah untuk menghamparkan aspal cair keatas permukaan pondasi jalan dengan kecepatan yang sama.
- Asphalt Finisher (asphalt paver)  
Alat ini merupakan traktor beroda ban ataupun crawler yang dilengkapi dengan suatu sistem yang berfungsi untuk menghamparkan campuran aspal diatas permukaan pondasi jalan.
- Compactor (pemadat)  
Terdapat tiga macam alat pemadat yang biasa digunakan sebagai alat pemadat aspal, yaitu smooth-wheel roller, pneumatic-tired roller dan vibrating steel drum roller. Tekanan yang diberikan oleh smooth-wheel roller kepada permukaan aspal tergantung kepada permukaan alat.

**Model Penugasan (Assignment Model)**

Model penugasan merupakan kasus khusus dari model transportasi, dimana sejumlah M sumber di tugaskan kepada sejumlah N tujuan (satu sumber untuk satu tujuan) sedemikian sehingga di dapat ongkos total yang minimum.

Biasanya yang dimaksud dengan sumber ialah pekerjaan (atau pekerja), sedangkan yang dimaksud dengan tujuan ialah mesin-mesin. Jadi, dalam hal ini, ada m pekerjaan yang ditugaskan pada n mesin, dimana apabila pekerjaan I (I = 1, 2, ... , m) di tugaskan kepada mesin j (j = 1, 2, ... , n) akan muncul ongkos penugasan C<sub>ij</sub>.

Sebelum model ini dapat dipecahkan dengan teknik transportasi, terlebih dahulu persoalannya harus diseimbangkan dengan menambahkan pekerjaan-pekerjaan atau mesin-mesin khayalan, bergantung pada apakah m < n atau m > n. Dengan demikian, diasumsikan bahwa m = n.

Penggambaran umum persoalan penugasan ini adalah sebagai berikut:

		Mesin				
		1	2	...	n	
Pekerjaan	1	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	...	C <sub>1n</sub>	1
	2	C <sub>21</sub>	C <sub>22</sub>	...	C <sub>2n</sub>	1
	...	.	.	.	.	.
	...	.	.	.	.	.
	m	C <sub>m1</sub>	C <sub>m2</sub>	...	C <sub>mn</sub>	1
		1	1	...	1	

Secara matematis, model penugasan ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{jika pekerjaan } i \text{ tidak ditugaskan ke mesin } j \\ 1, & \text{jika pekerjaan } i \text{ tidak ditugaskan ke mesin } j \end{cases}$$

Dengan demikian, model penugasan ini adalah:

Minimumkan:  $Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$

Berdasarkan pembatas:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1, I = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{i=j}^n X_{ij} = 1, I = 1, 2, \dots, n$$

$$X_{ij} = 0 \text{ atau } 1$$

Sehingga fungsi tujuan baru menjadi:

$$\begin{aligned} Z' &= \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} = \sum_i \sum_j (c_{ij} - p_i - q_j) x_{ij} \\ &= \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} - \sum_i p_i \sum_j x_{ij} - \sum_j q_j \sum_i x_{ij} \end{aligned}$$

$$\text{Karena } \sum_j C_{ij} X_{ij} = \sum_i X_{ij} = I$$

Maka  $Z' = Z - \text{konstanta}$

Hal ini menunjukkan bahwa meminimumkan Z akan menghasilkan solusi yang sama dengan meminimumkan Z.

Program QSB<sub>+</sub> (*Quantitative System for Bussines Plus*)

Menurut Miswanto dan Wirarno, program QSB<sub>+</sub> adalah sebuah program komputer yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah dalam bidang manajemen, terutama yang menyangkut manajemen kuantitatif. Program yang dibuat oleh Yin Long Chang (dari University of Arizona, AS) dan Robert S. Sullivan (University of Texas, AS) ini

sudah muncul dalam beberapa versi. 1, 2, 3, dan program QSB+ versi 1.0. Versi terakhir ini beredar tahun 1989.

## **METODE**

### **Menentukan Lokasi Asphalt Mixing Plant (AMP)**

Lokasi dan sumber alat berat akan sangat berpengaruh terhadap pelaksanaan kegiatan dilapangan sehingga antara ruas jalan yang akan dikerjakan dengan lokasi dan sumber alat berat harus diperhitungkan dengan cermat, adapun lokasi dan sumber alat berat yang ada di Bali terdiri dari 10 sumber AMP.

### **Biaya Sewa Alat Berat**

Untuk perhitungan biaya sewa alat berat pada pembahasan ini akan dibedakan sesuai dengan sumber alat berat atau masing-masing perusahaan, dalam hal ini dibedakan menjadi dua jenis kriteria yaitu sistem sewa alat berat berdasarkan tarif rupiah per jam dan tarif rupiah per ton. Adapun jenis tarif sewa adalah:

1. Biaya sewa alat berat dengan tarif Rp/Jam
2. Biaya sewa alat berat dengan tarif Rp/Ton

### **Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi Alat Berat**

Mobilisasi dan demobilisasi adalah pengangkutan alat berat yang akan digunakan dalam pengerjaan proyek pada ruas-ruas jalan yang dikerjakan serta mengembalikan peralatan tersebut kembali ke lokasi AMP dimana alat tersebut berasal, untuk mobilisasi pengangkutan dilaksanakan sebelum proyek tersebut dikerjakan sedangkan demobilisasi pengangkutan dilaksanakan setelah proyek tersebut selesai dikerjakan.

### **Ruas jalan yang akan di kerjakan**

Pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini adalah ruas-ruas jalan yang dikerjakan pada tahun anggaran 2004 dan

tersebar di seluruh Bali, adapun nama-ruas jalan yang ditangani adalah sebanyak 55 proyek.

### **Perhitungan Biaya Sewa dan Mob/demob Alat Berat**

Dalam menentukan biaya sewa dan mobilisasi/demobilisasi alat berat yang akan digunakan dalam mengerjakan suatu proyek akan dihitung dengan tarif dari masing-masing AMP selama pelaksanaan proyek baik dari mobilisasi, pelaksanaan dan demobilisasi.

### **Perhitungan Harga Material Perhitungan Biaya Angkut Hot Mix dari Masing-masing AMP**

Agar dapat mengalokasikan material ke lokasi proyek yang akan dikerjakan haruslah diketahui berapa banyak kebutuhan material yang diperlukan sampai proyek tersebut selesai dikerjakan. Dalam hal ini material yang diperlukan adalah ATB (*asphalt treatment base*), AC (*asphalt concret*) dan HRS (*hot rolling seet*), material diatas adalah bahan untuk perkerasan jalan/pengaspalan sesuai keperluan dari masing-masing ruas jalan atau lokasi proyek.

### **Biaya angkut hot mix dari AMP ke lokasi proyek**

Harga hot mix sampai di lokasi proyek diperhitungkan dengan ongkos angkut sesuai dengan kapasitas dan jarak lokasi proyek dari masing-masing AMP, sehingga biaya total hot mix sampai di lokasi proyek sudah dapat ditentukan

### **Menghitung Total Biaya Sewa Peralatan dan Biaya Material**

Untuk memudahkan dalam pengolahan data pada program QSB+ maka semua biaya akan dijumlahkan yaitu antara biaya peralatan dengan harga hot mix, sehingga semua biaya akan dapat ditentukan dari masing-masing sumber AMP terhadap masing-masing ruas jalan atau proyek yang akan dikerjakan, dengan cara menjumlahkan biaya pemakaian alat berat

dengan biaya hot mix seperti pada contoh perhitungan dibawah ini.

Analisa Data Dengan Program QSB+ Setelah semua biaya antara biaya pemakaian alat berat dengan harga hot mix dari masing-masing sumber AMP dapat ditentukan kemudian akan dilakukan analisa data berdasarkan biaya tersebut diatas dengan menggunakan program QSB+, sehingga penugasan dari masing-masing AMP terhadap proyek dapat ditentukan dari hasil program tersebut, nantinya akan diperoleh total biaya minimum untuk semua kegiatan atau proyek yang dilakukan pada tahun anggaran 2004.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Rekap Biaya Peralatan dan Material**

Hasil rekap biaya antara sewa peralatan dan biaya material adalah dengan menjumlahkan kedua biaya tersebut dan dari biaya ini akan diolah dengan menggunakan program QSB+ untuk mendapatkan penugasan (*Assignment*) dari masing-masing AMP terhadap proyek yang akan dikerjakan, adapun rekap biaya tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Analisa Data Dengan Program QSB+**

Model penugasan dengan program QSB+ ini dengan memasukkan semua data seperti dijelaskan pada sub bab 3.8. Program hanya mampu menampilkan solusi akhir saja tanpa menunjukkan iterasi, dan juga jumlah angka yang dapat diproses hanya 5 digit angka. Jadi total minimum untuk 55 proyek dan 10 sumber AMP diperoleh hasil akhir analisa dengan program QSB+.

Dengan persamaan minimum z, sehingga :

$$\text{Min. } Z = 1453 x_{11} + 1424 x_{12} + \dots + 0 x_{6060}$$

Dengan pembatas:

$$x_{11} + x_{12} + \dots + x_{16} = 1$$

$$x_{21} + x_{22} + \dots + x_{26} = 1$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$x_{601} + x_{602} + \dots + x_{6060} = 1$$

Dari persamaan diatas maka hasil penugasan (*Assignment*) dari program QSB+ adalah seperti pada Tabel 1 dengan total biaya minimum sebesar 29.455 dalam jutaan rupiah dan jumlah iterasi sebanyak 41 kali iterasi.

**Tabel 1. Hasil analisa penugasan dengan program QSB+**

Summary of Assignments for AMP			Page : 1		
Object	Task	Cost/Prof.	Object	Task	Cost/Prof.
01	DBK	1.374	017	AM	745,0
02	HJ	1.576	018	DAYU	551,0
03	AM	611,0	019	DAYU	903,0
04	HJ	1.239	020	DBK	518,0
05	HJ	417,0	021	SB	374,0
06	TJS	2.670	022	DBK	435,0
07	TJS	1.207	023	DAYU	170,0
08	TJS	826,0	024	M	44,00
09	AM	1.468	025	KK	182,0
010	TJS	620,0	026	KSJ	91,00
011	AM	1.675	027	SB	121,0
012	DAYU	891,0	028	SKJ	112,0
013	DAYU	254,0	029	KK	337,0
014	TJS	1.202	030	SKJ	115,0
015	DBK	1.146	031	SKJ	105,0
016	TJS	667,0	032	SB	121,0
Minimum value of OBJ = 29.455 Total iterations = 41					

Karena program hanya mampu menampilkan tabel iterasi jika antara objek dengan task maksimal berjumlah 9, sedangkan pada perhitungan untuk pem-

ahasan dibawah ini jumlah objek dan task sebanyak 60 sumber AMP dan 60 ruas jalan, sehingga hasil akhir dapat dilihat seperti pada Tabel 1.

**Tabel 2. Hasil analisa penugasan dengan program QSB+ lanjutan**

Summary of Assignments for AMP			Page : 2		
Object	Task	Cost/Prof.	Object	Task	Cost/Prof.
033	M	30,00	047	SB	174,0
034	M	39,00	048	AKAS	293,0
035	SKJ	87,00	049	AKAS	146,0
036	KK	166,0	050	SB	257,0
037	DBK	348,0	051	SB	257,0
038	KK	208,0	052	KK	290,0
039	DBK	473,0	053	AM	1.187
040	AKAS	73,00	054	DAYU	852,0
041	SKJ	124,0	055	AM	918,0
042	AKAS	135,0	056	HJ	0
043	KK	161,0	057	HJ	0
044	AKAS	147,0	058	HJ	0
045	M	82,00	059	M	0
046	AKAS	241,0	060	M	0

Minimum value of OBJ = 29.455 Total iterations = 41

## SIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan latar belakang masalah bahwa pada penelitian ini bertujuan untuk dapat mengalokasikan alat berat dan asphalt hot mix dengan menggunakan model penugasan (*assignment*) dari hasil program QSB+ untuk dapat melaksanakan 55 ruas jalan atau proyek yang akan ditangani pada tahun anggaran 2004 serta mendapatkan total biaya minimum dari masing-masing sumber atau perusahaan. Sehingga dari hasil analisa data dengan menggunakan program QSB+ maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut : Penugasan masing-masing sumber AMP adalah :

PT. Kresna Karya mendapat 6 penugasan  
 PT. Tunas Jaya Sanur mendapat 6 penugasan  
 PT. Adi Murti mendapat 6 penugasan  
 PT. Sinar Bali mendapat 6 penugasan  
 PT. Darma Buana Karya mendapat 6 penugasan  
 PT. AKAS mendapat 6 penugasan  
 PT. Makura mendapat 4 penugasan  
 PT. Dwi Arta Yuda Utama mendapat 6 penugasan  
 PT. Sumber Karisma Jaya mendapat 6 penugasan dan  
 PT. Harapan Jaya mendapat 3 penugasan

Biaya total minimum dengan model penugasan diperoleh sebesar:

Rp.29.456.132.296,00.

Sedangkan total biaya riil dilapangan diperoleh sebesar:

Rp. 32.347.308.872,00 .

Jadi, didapat penghematan biaya sebesar Rp. 2.891.176.576,00.

### Saran-saran

Dalam penelitian ini hanya meninjau tentang penugasan AMP untuk melaksanakan proyek yang sudah ditentukan sehingga didapatkan biaya total minimum. Maka untuk penyempurnaan penelitian ini perlu dilakukan peninjauan lebih lanjut, sehingga pada bab ini akan dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

Dalam penelitian berikutnya agar dapat menggunakan program yang lebih baru sehingga proses input dan simulasi jalannya program QSB dapat ditampilkan. Bagi yang melanjutkan model penugasan dalam penelitian ini ditekankan agar penelitian dilakukan sebelum tahun anggaran dilaksanakan.

### DAFTAR PUSTAKA

Tarliah, D.T. dan Ahmad, D. *Operations Research*, Sinar Baru Algensindo.

- Minarno, M.W.W. *Analisis Manajemen Kuantitatif dengan QSB+*, Edisi kedua.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rostiyanti, S.F. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Riena Cipta Jakarta.
- Sukirman, S. 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Taha, H.A. 1996. *Riset Operasi Suatu Pengantar*, Edisi Kelima Jilid I, Binarupa Aksara, Jakarta.
- Taylor II, B.W. 2001. *Sains Manajemen Pendekatan Matematika Untuk Bisnis*, PT. Salemba Emban Patria, Jakarta

