Permasalahan

Seorang kurir harus pergi dari satu rumah ke rumah lainnya dimana rumah tersebut diberi nama A, B, C, dan D. Diketahui jarak antar rumah :

- $\{A, B\} = 30m$
- $\{A, C\} = 28m$
- $\{A, D\} = 41m$
- $\{B, C\} = 18m$
- $\{B, D\} = 15m$
- $\{C, D\} = 21m$

Titik awal kurir ke rumah D terlebih dahulu. Buatlah algoritma $Divide\ and\ Conquer$ untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut!

Penyelesaian

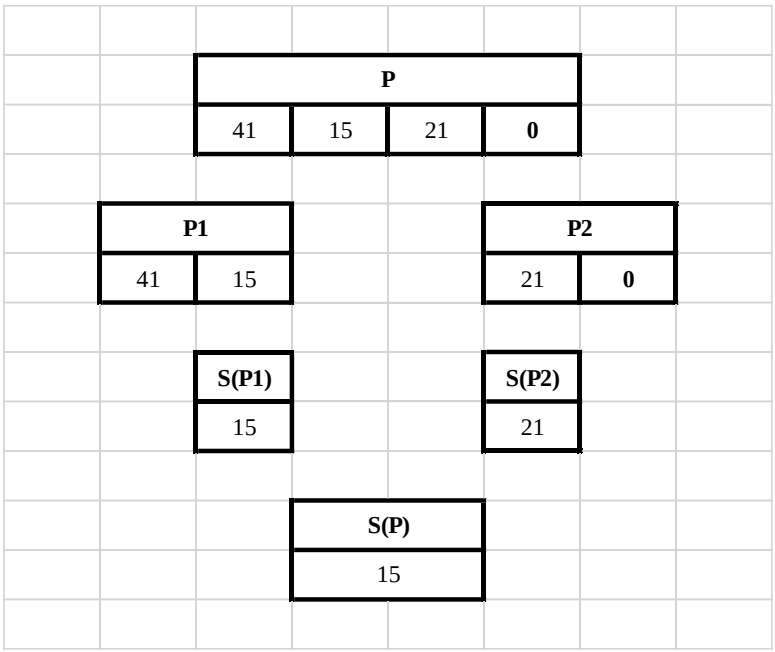
Untuk mencari solusi dari permasalahan tersebut yaitu mencari rute terpendek untuk mengunjungi setiap rumah, perlu dilakukan pembuatan model terlebih dahulu untuk nanti dapat diproses menggunakan algoritma rekursif $Divide\ and\ Conquer$. Model tersebut berupa matriks yang merepresentasikan hubungan setiap rumah beserta jaraknya.

	A	***B***	***C***	***D***
A	**0**	30	28	41
B	30	**0**	18	15
C	28	18	**0**	21
D	41	15	21	**0**

Algoritma $Divide\ and\ Conquer$ akan membagi permasalahan tersebut menjadi upa-masalah yang lebih kecil dan setelah terbagi menjadi satuan yang lebih kecil, algoritma akan langsung mencari solusi dari upa-masalah tersebut. Pada persalahan di atas, setiap rumah memiliki 4 rute termasuk rute menuju rumah itu sendiri. Algoritma harus mencari rute terpendek menuju rumah lain tetapi bukan menuju rumah itu sendiri dan bukan menuju rumah yang telah dikunjungi.

Sebagai contoh titik awal kurir itu ke rumah D terlebih dahulu. Pada rumah D terdapat 4 rute termasuk rute menuju rumah D itu sendiri yaitu $\{\{41 : A\}, \{15 : B\}, \{21 : C\}, \{0 : D\}\}$. Kurir tersebut pasti akan memilih rute menuju rumah B karena rute tersebut adalah rute terpendek

dari semua rute yang ada. Kurir tidak akan memilih rute menuju rumah yang telah dia kunjungi. Jika menggunakan algoritma $Divide\ and\ Conquer$ dapat diilustrasikan sebagai berikut.



Dengan algoritma $Divide\ and\ Conquer$, permasalahan P akan dibagi menjadi beberapa upa-masalah sampai upa-masalah tersebut masing-masing memiliki 2 rute untuk nanti dibandingkan mana rute terkecil pada masing-masing upa-masalah. Pada ilustrasi di atas, Permasalah P dibagi menjadi upa-masalah P_1 dan P_2. Solusi dari upa-masalah P_1 adalah $15m$ tetapi solusi dari upa-masalah P_2 adalah $21m$ karena rute dengan jarak $0m$ merupakan rute menuju rumah D itu sendiri dan rumah D itu sudah dikunjungi karena menjadi titik awal kurir. Dan solusi dari permasalahan P adalah rute dengan jarak $15m$ menuju rumah B.

Algoritma $Divide\ and\ Conquer$ akan mengulangi proses pencarian rute terpendek tersebut dengan membagi menjadi upa-masalah kecil sedemikian rupa sehingga tidak ada lagi rumah yang belum dikunjungi oleh kurir.

Pseudo-code

Pada penjelasan di atas dapat dibuat suatu pseudo-code untuk algoritma $Divide\ and\ Conquer$ dalam mencari rute terpendek sebagai berikut.

```
procedure CariRuteTerpendek(in graph : Matrix, rumah, start, end : int, out edge, vertex : int)
    deklarasi
        mid : int
        e   : Static Array(int, 2)
        v   : Static Array(int, 2)
        s   : Array(int, 2)
    algoritma
        if end - start == 1 then
            s[0] ← graph[rumah][start]
            s[1] ← graph[rumah][end]
            if s[0] < s[1] then
                if s[0] != 0 and s[0] != edge then
                    vertex ← start
                    edge ← s[0]
                else
                    vertex ← end
                    edge ← s[1]
                endif
            else
                if s[1] != 0 and s[1] != edge then
                    vertex ← end
                    edge ← s[1]
                else
                    vertex ← start
                    edge ← s[0]
                endif
            endif
        else
            mid ← (start + end) div 2
            CariRuteTerpendek(graph, rumah, start, mid, e[0], v[0])
            CariRuteTerpendek(graph, rumah, mid + 1, end, e[1], v[1])
            if e[0] < e[1] then
                if {v[0]} ∩ Solusi == ∅ then
                    vertex ← v[0]; v[1] ← v[0]
                    edge ← e[0]; e[1] ← e[0]
                else
                    vertex ← v[1]; v[0] ← v[1]
                    edge ← e[1]; e[0] ← e[1]
                endif
            else
                if {v[1]} ∩ Solusi == ∅ then
                    vertex ← v[1]; v[0] ← v[1]
```

```
                edge ← e[1]; e[0] ← e[1]
            else
                vertex ← v[0]; v[1] ← v[0]
                edge ← e[0]; e[1] ← e[0]
            endif
        endif
        if {vertex} ∩ Solusi != ∅ then
            Solusi ← Solusi ∪ {(rumah, graph[rumah][3])}
            Solusi ← Solusi ∪ {(3, 0)}
        else
            Solusi ← Solusi ∪ {(rumah, edge)}
            CariRuteTerpendek(vertex, 0, 3, edge, vertex)
        endif
    endif
```

Pembuktian

Untuk membuktikan kebenaran dari algoritma *Divide and Conquer* yang telah dibuat pada bagian atas. Saya telah membuat implementasi program dengan menggunakan bahasa pemrograman **C++** sebagai berikut.

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>

int graph[4][4] = {
    {0, 30, 28, 41},  /* Rumah A */
    {30, 0, 18, 15},  /* Rumah B */
    {28, 18, 0, 21},  /* Rumah C */
    {41, 15, 21, 0},  /* Rumah D */
};

std::vector<std::pair<int, int>> Solusi;

bool isVisited(const int& vertex) {
    for (const std::pair<int, int>& i : Solusi) {
        if (vertex == i.first) {
            return true;
        }
    }
    return false;
}
```

```
void ShortestRoute(int rumah, int start, int end, int& edge, int& vertex) {
    /* deklarasi */
    int mid;
    static int e[2];
    static int v[2];
    int s[2];
    /* algoritma */
    if (end - start == 1) {
        s[0] = graph[rumah][start];
        s[1] = graph[rumah][end];
        if (s[0] < s[1]) {
            if (s[0] != 0 and s[0] != edge) {
                vertex = start;
                edge = s[0];
            } else {
                vertex = end;
                edge = s[1];
            }
        } else {
            if (s[1] != 0 and s[1] != edge) {
                vertex = end;
                edge = s[1];
            } else {
                vertex = start;
                edge = s[0];
            }
        }
    } else {
        mid = (start + end) / 2;
        ShortestRoute(rumah, start, mid, e[0], v[0]);
        ShortestRoute(rumah, mid + 1, end, e[1], v[1]);
        if (e[0] < e[1]) {
            if (not isVisited(v[0])) {
                vertex = v[1] = v[0];
                edge = e[1] = e[0];
            } else {
                vertex = v[0] = v[1];
                edge = e[0] = e[1];
            }
        } else {
            if (not isVisited(v[1])) {
                vertex = v[0] = v[1];
```

```
                edge = e[0] = e[1];
            } else {
                vertex = v[1] = v[0];
                edge = e[1] = e[0];
            }
        }
        if (isVisited(vertex)) {
            Solusi.push_back({rumah, graph[rumah][3]});
            Solusi.push_back({3, 0});
        } else {
            Solusi.push_back({rumah, edge});
            ShortestRoute(vertex, 0, 3, edge, vertex);
        }
    }
}

char Change(int index) {
    switch (index) {
        case 0: return 'A';
        case 1: return 'B';
        case 2: return 'C';
        case 3: return 'D';
    }
    return ' ';
}

int main() {
    static int edge, vertex;
    ShortestRoute(3, 0, 3, edge, vertex);
    int sum = Solusi.at(1).second;
    for (int i = 0; i < Solusi.size() - 1; i++) {
        std::cout << "Kurir pergi dari rumah " << Change(Solusi.at(i).first)
                  << " ke rumah " << Change(Solusi.at(i + 1).first)
                  << " dengan jarak " << Solusi.at(i).second << "m\n";
        sum += Solusi.at(i + 1).second;
    }
    std::cout << "Total perjalanan kurir : " << sum << "m\n";
    return 0;
}
```


rizqi@cakrawala:~/project/cxx/testing
rizqi@cakrawala ~/project/cxx/testing $ ./app
Kurir pergi dari rumah D ke rumah B dengan jarak 15m
Kurir pergi dari rumah B ke rumah C dengan jarak 18m
Kurir pergi dari rumah C ke rumah A dengan jarak 28m
Kurir pergi dari rumah A ke rumah D dengan jarak 41m
Total perjalanan kurir : 105m